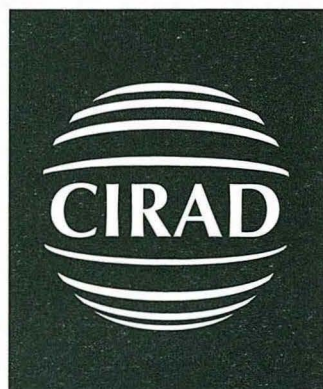


JUIN 1995

N° 17



**GESTION D'UNE COUVERTURE DE LOTIER
(*LOTUS ULIGINOSUS*) ASSOCIEE AU GERANIUM ROSAT
A LA REUNION
Fiche d'Essai N° 9**

**PROGRAMME ZAP
CIRAD-CA**

R. MICHELLON

JUIN 1995
N° 17

GESTION D'UNE COUVERTURE DE LOTIER
(*LOTUS ULIGINOSUS*) ASSOCIEE AU GERANIUM ROSAT
A LA REUNION
Fiche d'Essai N° 9

PROGRAMME ZAP
CIRAD-CA

R. MICHELLON

FICHE D'ESSAI N° 9

GESTION D'UNE COUVERTURE DE LOTIER
(*LOTUS ULIGINOSUS*) ASSOCIEE AU GERANIUM ROSAT

I - BUT

Dans les Hauts sous le vent, voués depuis un siècle à la culture du géranium, l'équilibre écologique a été rompu par des contraintes socio-économiques (MICHELLON, BRIDIER, 1988 ; MICHELLON 1992).

Faute de terre, les agriculteurs n'ont plus pratiqué la jachère arborée qui restaurait la fertilité du sol.

La production se dégrade sous l'effet de l'érosion, de la prolifération des mauvaises herbes et des maladies, ... malgré l'augmentation des intrants : fumier et engrais minéraux, herbicides, pesticides...

Grâce aux outils biologiques, et en particulier à des couvertures herbacées permanentes associés aux cultures, il est possible de reconstruire des systèmes agricoles durables sous les tropiques (MONEGAT, 1991, SEGUY, 1993).

A la Réunion, le CIRAD et ses partenaires ont élaboré des modes de gestion des sols et des cultures qui assurent (MICHELLON, PERRET, 1994) :

- une protection totale des sols contre l'érosion avec conservation de l'eau, restauration de la fertilité et stabilité vis à vis des catastrophes climatiques (cyclones).
- une moindre pénibilité du travail et une économie de main d'oeuvre.
- une productivité souvent accrue des cultures vivrières, maraîchères, fruitières et du géranium rosat, avec une meilleure intégration de l'arbre et de l'élevage dans l'exploitation.

Le choix des espèces de couvertures s'est d'abord porté naturellement sur le kikuyu, *Pennisetum clandestinum*, quasi généralisé dans les paturages d'altitude (GILIBERT, 1981). Les légumineuses fourragères qui améliorent la qualité des rations, pourraient constituer une alternative intéressante comme tapis végétal, en particulier le lotier, déjà présent dans les prairies des Hauts (FRITZ, 1967, 1968, et 1969) et pour lequel la sélection (DAVIES, 1969, ARMSTRONG, 1974, LAMBERT et al., 1974) a donné des variétés localement bien adaptées (MICHELLON, 1984).

La conception de nouveaux modes de gestion des sols et des cultures, avec une couverture végétale permanente, nécessite :

- d'en maîtriser la production (matériel végétal, mode d'implantation, fumure, ... utilisation fourragère et valeur alimentaire),
- de comprendre ses interactions avec les autres plantes : adventices, et surtout la culture pour éviter une éventuelle concurrence,
- et d'évaluer les transformations du milieu afin de modifier les itinéraires techniques,...

Dans cette étude sur le lotier, nous nous limiterons dans un premier temps à son association avec le géranium rosat pour simplifier la présentation des résultats. Mais la plupart des observations se généralisent aux autres cultures, comme nous le montrerons ultérieurement sur vivrier (maïs, haricot,...), culture maraîchère (tomate, artichaut...), fruitière (pêcher, pommier, palmier,...).

Les études ont porté successivement sur :

- le choix d'un matériel végétal adapté,
- son mode d'implantation (MICHELLON, DEJANTE, VINCENT, 1992),
- la recherche d'herbicides facilitant sa mise en place ou son association avec la culture (DEJANTE, MICHELLON, VINCENT, 1991)
- le mode de gestion du lotier par herbicide ou par fauche (pour le bétail) avec restitution éventuelle des exportations.
- la fixation symbiotique d'azote atmosphérique, en évaluant :
 - son transfert à la culture, grâce à une collaboration avec l'Université de Caën,
 - la possibilité de réduire la fumure de la culture (MICHELLON, ANSELLEM, NARANIN, 1994)
 - les modifications à moyen terme (5 ans) de l'ensemble des propriétés biologiques, physiques et chimiques du sol (MICHELLON, PERRET, ANSELLEM, 1994).
- l'érosion, et, en particulier le couple infiltration ruissellement sous pluie simulée (GAUDY, 1990 ; GOUBAND, 1992 ; PERRET, 1992).

- l'évaluation de l'intérêt de cette association dans des situations représentatives :

- andosol érodé après monoculture de géranium (chez M. TAURAN de 1989 à 1991)
- ou restauré par la jachère d'*Acaccia mearnsii* (chez MM. MERCHER et PAYET de 1989 à 1991)
- ou non dégradé, après canne à sucre (chez M. POTHIN de 1989 à 1992)

- la qualité des productions obtenues : aussi bien pour l'huile essentielle de géranium (DEMARNE, MICHELLON, 1994), que la production fourragère du lotier.

II DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX ET CONDITIONS DE REALISATION :

2.1 Choix d'un matériel végétal adapté :

2.1.1 Dispositif :

Test de comportement sur des parcelles de 200 à 600 m² mises en place sans répétition sur la station des Colimaçons ou à COCATRE.

Matériel végétal introduit :

- Lotier velu, *Lotus uliginosus* Schk
(syn. *Lotus pedunculatus* Cav, *Lotus major* Scop. Sm),
greater birdsfoot trefoil ou greater lotus en anglais :
 - variété commercialisée en France par les graines LORAS (69 811 TASSIN CEDEX)
 - variété "Grasslands Maku" ou "Maku", tétraploïde sélectionné en Nouvelle Zélande et introduit d'Australie (SAUERS, P.o. Box 117, Rockhampton, Queensland 4700, ou HERITAGE SEEDS, P.T.Y. LTD, 376 Pacific Highway, Murwillumbah, NSW 2484)
- Lotier corniculé, *lotus corniculatus* L; birds foot trefoil en anglais, variété Matland (Graines LORAS).

2.1.2 Conditions de réalisation :

	COLIMACONS	COCATRE (THEO)
Emplacement	Courbe 6, altitude 800 m	Parcelles 3 et 4 ou 5, exploitées par M. PALMONT, 900 m
Sol :	Andosol désaturé non perhydraté	
Précédent cultural :	maïs	Canne à sucre
Préparation du terrain	Paraquat 400 g par ha, puis fauche et glyphosate en localisé sur les tâches d'adventices encore vertes.	Glyphosate 1800 g par ha à raison de deux passages sur les repousses de canne et adventices.
Semis	le 25 juillet 1990 au semtout à 7 kg/ha, refait le 17 Août 1990 (sécheresse) et arrosé régulièrement à la levée (35 mm en Août, 10 mm en septembre et 20 mm en octobre)	le 4 février 1991 à la volée à 4 kg par ha, refait le 27 mai 1991, car le premier semis a été détruit par un traitement herbicide (au 2,4 DB à 2100 g par ha)
Inoculation des semences	Innoculation des semences avec leur rhizobium * spécifique et un adhésif (par kg de semence : 33 ml d'adhésif obtenu en dissolvant 400 g de gomme arabique dans un litre d'eau). Elles sont ensuite enrobées au phosphate naturel pour le lotier velu ou à la chaux pour le corniculé (500 g par kg de semence).	

* Les rhizobia sont différents pour les deux espèces (NORRIS, DATE, 1976) et sont obtenus en Australie chez :

- Bio- Care Technology P.T.Y. LTD, R.M.B 1084, Pacific Highway SOMERSBY, N.S.W 2250
- Agricultural Laboratories P.T.Y. LTD, Po Box 8, Regents Park, NSW 2143 (OU 95-99 Carlingford Street, Sefton, N.S.W 2162)

2.2 Mode de gestion du lotier associé au géranium par herbicide ou par fauche :

2.2.1 Dispositif (SEGUY, ARRIVETS, 1991)

Trois modes de gestion du sol avec lotier sont comparés à l'itinéraire en sol nu :

* Lotier herbicide

- * Lotier fauché : - laissé dans l'inter-rang
 - exporté pour l'affouragement

et sont combinés factoriellement selon deux niveaux de fumure :

* Témoin : fumure de base appliquée généralement sur le géranium en sol nu

* ou avec complément : fumure de base complétée par des restitutions minérales devant compenser les exportations du lotier.

Le dispositif expérimental est composé de 4 blocs randomisés. La variabilité de la fertilité du terrain a été évaluée au cours des 2 premières coupes en cartographiant la production des parcelles élémentaires qui étaient conduites uniformément. Le terrain a ainsi été découpé en blocs supposés plus homogènes.

Les parcelles observées comportent 6 rangs de 5,7 m à 0,8 m d'écartement, soit 27,4 m².

Les traitements herbicides varient selon les traitements et selon les saisons :

Mode de gestion du sol	Hiver	Eté
Sol nu	En dirigé dans l'interang : Paraquat 500 g par ha associé à : Atrazine 1500 g/ha Diuron 800 g/ha Desherbage manuel sur le rang	
Lotier herbicide	Maîtrise du lotier inutile en hiver	Bentazone en dirigé dans l'interang à 150 g/ha *
Lotier fauché		Bentazone en dirigé sous le rang à 150 g/ha * Fauche de l'interang à la débroussailluse Bentazone en dirigé sous le rang à 150 g/ha *

* ou atrazine 400 g/ha

2.2.2 Conditions de réalisation :

- Emplacement : Terrain COCATRE courbe I, exploitée par les agriculteurs du groupe de M. BOURBON M.
- Altitude : 1000 m
- Sol : Andosol désaturé non perhydraté
- Précédents culturaux : 6 ans de cultures vivrières en rotation (haricot, pomme de terre, haricot/maïs, tabac/maïs, pomme de terre/maïs, et haricot/pomme de terre les 2 dernières années), succédant à un géranium dégradé (15 ans).
- Préparation du terrain : Trouaison directe après le précédent pomme de terre
- Plantation : du 29 au 31 mai 1990 avec des boutures terminales traitées à leur base avec un mélange à 0,1 % d'AIB et 10 % de captane, et plantées à environ 0,8 m sur 0,25m (50 000 boutures par ha).

Environ 15 % des boutures ont été remplacées le 04 Octobre 1990.

- Semis du lotier : La couverture est installée sur toute la surface, sous couvert de géranium sans modification de l'itinéraire technique mis au point en sol nu sur cette plante, sauf un traitement contre les noctuelles à la levée (50 kg environ par ha d'appât, préparé avec pour 10 l d'eau : 100 g de lindane, 10 kg de son ou maïs broyé et 1 kg de sucre).

Le semis a été réalisé le 24 juillet 1990 à une densité de 6 kg par ha, à raison de 2 passages par interang de géranium. Les graines de lotier velu, *lotus uliginosus*, variété Maku, sont inoculées avec leur rhizobium spécifique et enrobées avec du phosphate naturel broyé finement (500 g par kg de semences) grâce à un adhésif (gomme arabique).

- Fumure localisée : 100-40-170 en localisé sous forme de 18-7-30 (555 kg / ha) les 16 avril 1991 et 26 mars 1992. Pour les parcelles avec une fumure complémentaire (destinée à compenser les exportations du lotier) ont été ajouté en 1991 : 30 unités de P₂O₅ par ha, 160 de K₂O, 80 de Ca O, 20 de Mg O et 30 de S O₃ (sous forme de phosphate naturel, de sulfate et de chlorure de potasse, et de chaux magnésienne). Ces doses ont été divisées par 2 en 1992.

A partir de 1993, le prix de l'huile essentielle étant fortement réduit en début d'année, les agriculteurs n'apportent plus de fumure minérale au géranium. Seules les parcelles avec fumure complémentaire reçoivent un apport de 50-20-85 sous forme de 18-7-30 (275 kg / ha) les 21 avril 1993 et 12 avril 1994.

- Lutte contre les adventices et maîtrise du lotier avant la mise en place du protocole complet :

Lors de l'installation du géranium l'entretien a nécessité un traitement herbicide au paraquat en localisé le 13 juillet 1990 (500 g / ha) et un desherbage manuel sur le rang le 4 Octobre 1990. Le 18 Décembre 1990, le lotier a été arraché dans les parcelles du traitement sol nu. Les 24 janvier et 28 février 1991, le lotier a été fauché dans l'interang des autres parcelles avec une débroussailleuse. Les dégâts sur géranium dû à la fauche du lotier ont nécessité d'équiper la débroussailleuse d'un cache à partir de la mise en place du protocole complet le 4 juin 1991 (le traitement herbicide ayant été aussi fauché au préalable).

- Lutte contre l'anthraxose : Le premier traitement, à raison de 1600 g / ha de captane,

- Lutte contre l'anthraxose : Le premier traitement, à raison de 1600 g / ha de captane, est réalisé dès les premiers symptômes en novembre ou décembre de chaque année, puis renouvelé tous les 50 mm de pluie pendant la saison cyclonique, jusqu'en mars ou avril, avec une fréquence minimale de 15 jours.
- Lutte contre les insectes : Pour lutter contre le *Cratepus humeralis* dont les dégâts sont importants en sol nu des traitements ont été systématiquement associés à ceux contre l'anthraxose, avec alternance de deltaméthrine, endosulfan, déméthoate, methonyl. Mais ces traitements sont apparus peu utiles avec le lotier qui constitue une plante piège.
- Lutte contre les adventices et maîtrise du lotier :
 - En sol nu, les applications de paraquat et atrazine ou diuron, associées aux desherbage manuel, ont été réalisées les 04 juin, 23 septembre et 04 décembre 1991, 13 avril, 13 août et 24 novembre 1992, 8 février, 10 septembre et 27 décembre 1993, 12 avril 1994.
 - Avec lotier, un à deux traitements herbicides par an ont été nécessaires pour maîtriser la couverture (avec ou sans fauche) en dissociant l'application dans l'interang et sous le rang: en novembre ou décembre 1991, mars ou avril et novembre ou décembre 1992, février ou avril et décembre 1993.
- Récoltes : manuelles au sécateur à raison de 3 à 5 coupes par an, en laissant subsister des tire-sève:
 - année d'installation : les 13 novembre et 17 décembre 1990, 22 janvier, 6 mai et 21 août 1991.
 - première année d'essai : 6 novembre 1991, 5 février et 1er septembre 1992
 - deuxième année : 11 novembre 1992, 8 février et 13 juillet 1993
 - troisième année : 8 décembre 1993, 5 juillet et 29 septembre 1994
- Distillation : Hydrodistillation dans des alambics à feu nu d'une capacité de 1000 l.

2.3 Fixation d'azote par le lotier et son transfert à la culture :

Cette étude a été réalisée par M. OURRY A. du Laboratoire de Physiologie et de Biochimie Végétales associé à l'I.N.R.A., de l'Université de CAEN. Il quantifie la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique chez le lotier et son transfert au géranium par les mesures des abondances isotopiques naturelles de l'azote (SAINT MACARY, 1990).

Les échantillons ont été prélevés le 9 Octobre 1991 sur 3 répétitions de l'essai de mode de gestion du lotier associé aux géraniums (voir paragraphe 2.2). Les analyses portent sur des échantillons de :

- géranium en sol nu
- géranium avec couverture du lotier
- lotier associé au géranium
- lotier seul

Les échantillons des 2 plantes associées (géranium ou lotier) ont été prélevés aux mêmes emplacements. Ceux de lotier seul proviennent de zones voisines dans lesquelles le géranium a disparu (tué par la fauche à la débroussailluse en janvier 1991).

Les analyses ont été réalisées sur spectromètre de masse chez Europa Scientific à Manchester (à raison de 5 répétitions par traitement).

2.4. Evaluation technico-économique de l'association de légumineuses avec le géranium dans des situations représentatives (SEGUY, 1988)

2.4.1. Choix d'un milieu représentatif

Les sols d'origine volcanique appartiennent tous à une série homogène qui se différencie selon les conditions climatiques liées à l'altitude (RAUNET, 1991).

Formés sur cendres volcaniques reposant sur un niveau à "gratons" (matériaux pyroclastiques), drainant, plus ou moins altéré, ces sols présentent 60 à 160 cm d'épaisseur. L'horizon A humifère (10 à 20 % de matière organique), à structure particulaire, atteint parfois 40 cm. En culture continue de plantes sarclées, il devient pulvérulent et hydrophobe en saison sèche et très sensible à l'érosion.

Les matériaux sous-jacents (horizons B) à structure continue, mais friable, présentent une teneur élevée en matière organique (5 à 15 %). Cette matière organique, faiblement humifiée, est intimement liée aux gels d'allophane, séquestrée dans des microstructures globulaires. Elle est alors difficilement accessible à la minéralisation. L'horizon B est peu exploité par les systèmes racinaires. En effet, il présente une faible macroporosité fissurale, une teneur en eau très élevée et une mauvaise aération.

Pour évaluer la portée scientifique et pratique de la culture du géranium avec couverture de légumineuse, et déterminer les problèmes à résoudre en priorité, trois situations représentatives des andosols ont été retenues, dans un premier temps (tableau 1) :

- érodé, après monoculture du géranium (chez M. TAURAN à 1100 m d'altitude),
- non dégradé, après monoculture du géranium (chez M. POTHIN à 800 m d'altitude),
- ou restauré par la jachère d'*Acacia mearnsii* (chez M. MERCHER à 1100 m d'altitude).

Elles correspondent aux précédents culturels les plus fréquemment rencontrés dans les systèmes à base de géranium. Traditionnellement, le géranium est une culture itinérante sur défrichage d'*Acacia mearnsii* dans la partie haute. Il entre en rotation avec la canne à sucre dans la zone inférieure à 800 m. Mais la culture itinérante avec jachère arborée s'est progressivement sédentarisée au cours du dernier quart de siècle. La monoculture s'est alors généralisée (GARIN, 1987).

AGRICULTEUR	PAYET	BOURBON (à COCATRE)	MERCHER	POTHIN	TAURAN
Emplacement	Trois-Bassins				La Saline
Altitude en m	1000	1000	1100	800	1100
Année de mise en place	1989	1989	1988		
Précédent	<i>Acacia meamsii</i> défriché au bulldozer en 1987, puis jachère herbacée	Géranium abandonné en 1984	<i>Acacia meamsii</i>	Canne à sucre	Géranium abandonné (jachère herbacée récente)
Sol	Andosol érodé ou non dégradé, non perhydraté	Andosol érodé, désaturé, non perhydraté	Andosol restauré par la jachère, saturé, non perhydraté	Andosol non dégradé, saturé, non perhydraté	Andosol érodé, désaturé, non perhydraté
Amendements pratiqués lors de la mise en place	Aucun	250 unités de P ₂ O ₅ /ha (phosphate naturel) seulement pour les itinéraires intensifs	150 unités de K ₂ O (chlorure) et 1000 kg/ha de CaO (chaux magnésienne à 19 % de MgO)	Aucun	150 unités de K ₂ O (chlorure) et 1000 kg/ha de CaO (chaux magnésienne à 19 % de MgO) 5 t/ha de compost de géranium

Tableau 1 : Situations choisies pour les expérimentations du géranium conduit avec une couverture de légumineuses

2.4.2. Dispositifs expérimentaux

La maîtrise de systèmes nouveaux, diversifiés, nécessite que leur mise au point soit réalisée sur des unités de paysage représentatives, avec la participation effective des agriculteurs et des autres acteurs du développement (SEGUY, 1982 ; MICHELLON, BRIDIER, 1988).

L'évaluation agrotechnique et économique rigoureuse des propositions par rapport aux techniques traditionnelles est réalisée sur des dispositifs d'études pérennisés, sur un intervalle de temps de l'ordre de 5 à 10 ans, nécessaire pour prendre en compte les variabilités climatiques et économiques.

Les différents systèmes de culture étudiés sont conduits sur des parcelles d'une superficie de 5 à 10 ares.

Sur chacune d'elles, différentes données agronomiques sont évaluées :

- les rendements des cultures et leur stabilité, en fonction de la variabilité du milieu,
- l'incidence des parasites et maladies et l'évolution des adventices,
- les temps de travaux et leur pénibilité, ainsi que le coût des intrants, les marges obtenues et la valorisation des journées de travail (marge brute divisée par le nombre de jours de travail),
- l'effet des accidents climatiques (pluies torrentielles, ...) et leurs préjudices, malgré l'implantation de haies antiérosives. Des lignes de bana grass (*Pennisetum purpureum* x *P. thyphoides*) sont disposées régulièrement tous les 3 m de dénivellation (sur des pentes voisines de 15 %).

Les problèmes rencontrés dans chaque système sont résolus à partir d'essais thématiques permettant d'améliorer les itinéraires techniques, de proposer des solutions alternatives et d'expliquer les phénomènes observés.

Ces recherches en milieu réel sont très efficaces et constituent des outils pédagogiques privilégiés pour les formateurs. Elles s'intègrent dans des Opérations Locales d'Aménagement de Terroir (HEBERT, 1992) qui associent collectivement des agriculteurs à leurs partenaires et assurent une diffusion plus rapide des nouveaux modes de gestion sols.

2.4.3. Les systèmes de culture comparés

Les alternatives comparées comportent les systèmes de culture mis au point en sol nu (depuis plus de 30 ans) et de nouvelles propositions en cours d'élaboration par la recherche dans un environnement protégé (tableau 2).

Lors de la mise en place, les résidus de la friche ou de la culture précédente détruite au glyphosate (adventices, cannes et ses pailles, ...), sont soit mis en andains (cordons antiérosifs), soit conservés en place pour constituer une première couverture morte. Les légumineuses sont ensuite installées de façon simultanée avec le géranium.

Opérations culturales	Culture en sol nu	Couverture de légumineuses
Préparation du terrain	Résidus de la culture précédente détruits au glyphosate (1000 à 1500 g/ha) Sarclage manuel et mise en andains des adventices	
Préparation des boutures de géranium	Boutures traitées avec un mélange d'acide indol butyrique (à 0,1%) et de captane (10 %) pour faciliter la rhizogenèse et la croissance des boutures	
Plantation des boutures	Manuelle à environ 0,8 m x 0,25 m (50 000 boutures par ha). Plantation en fin de saison des pluies (avril à mai), puis remplacement annuel des plantes manquantes	
* Semis des couvertures		6 kg par ha de semences de légumineuses inoculées et enrobées
Fertilisation	650 kg par ha d'engrais ternaire 5-12-24 environ 2 mois après la plantation du géranium et en mars-avril lors des années suivantes	
Maîtrise de l'enherbement (et de la couverture vive)	<ul style="list-style-type: none"> - Paraquat en dirigé, associé en culture pure à l'Atrazine (1250 g/ha) en hiver ou au Diuron (500 g/ha en été) - Sarclage manuel en mars-avril pour enfouissement de l'engrais 	<p>Lutte contre les adventices: Paraquat en dirigé, puis après expérimentation des d'herbicides : bentazone (720 g par ha sur trèfle ou ioxynil (300 g par ha) sur lotier</p> <p>Maîtrise de la couverture: inutile sur trèfle. En application localisée sur lotier en été : fumure minérale ou bentazone (120 g par ha)</p>
Lutte contre l'anthracnose	Captane (1600 g/ha) dès les premiers symptômes (novembre) renouvelé tous les 50 mm de pluie	
Lutte contre les insectes	Diméthoate ou deltaméthrine,... lors de l'apparition des dégâts (<i>Cratopus humeralis</i>) en été	

Tableau 2 : Itinéraires culturaux suivis dans les différents systèmes de culture

* Sur les parcelles étudiées, le semis des couvertures a été effectué simultanément à la plantation de géranium.

L'expérience montre qu'il est plus intéressant de planter le géranium dans une couverture déjà installée (réduction temps de travaux) en mettant les boutures pendant quelques jours en pépinière.

Les légumineuses ont été choisies parmi les espèces tempérées rampantes ayant donné satisfaction dans les introductions antérieures en altitude élevée (FRITZ, 1973, MICHELLON, 1984).

Le trèfle blanc, *Trifolium repens*, variété Huia, le trèfle violet, *Trifolium pratense*, variété Pawera, et le trèfle du Kenya, *Trifolium semipilosum*, variété Safari, ont d'abord été semés en mélange (à des doses de 2 kg par ha chacun) puis à partir de l'hiver austral 1989, ces espèces ont été complétées par le lotier vélu, *Lotus uliginosus*, variété Maku, (6 Kg par ha) pour déterminer les mieux adaptées aux différentes situations.

Avant semis les graines ont été inoculées avec leur rhizobium spécifique et enrobées avec du phosphate naturel broyé (lotier) ou de la chaux (trèfles). Les semis ont été protégés contre les noctuelles avec des appâts épendus à la volée préparés avec du lindane (100 g), du son (10 kg), du sucre (1 kg) et de l'eau (10 l).

Pour disposer de matériel végétal suffisamment homogène, le cultivar " rosé", le plus répandu de géranium rosat, a été choisi et prélevé chez les producteurs de boutures saines. Il est multiplié végétativement et sa densité est maintenue par remplacement annuel des plantes manquantes.

Pour évaluer la productivité des différents systèmes de culture, les récoltes sont hydrodistillées dans un alambic à feu nu d'une capacité de 1000 l environ. L'huile essentielle obtenue est mondialement réputée pour sa qualité (Géranium Bourbon).

III - CONDITIONS CLIMATIQUES

Les précipitations et températures moyennes sont données par la station des Colimaçons située à 780 m d'altitude (tableau 3). Dans la zone sous le vent où sont conduites les expérimentations :

- les précipitations augmentent en période cyclonique avec altitude, et sont relativement constantes de mai à octobre, saison sèche très atténuée par les précipitations occultes,
- il existe un gradient de température moyenne de 0,7 °c pour 100 m de dénivelé,
- l'insolation et la demande évaporative sont très faibles et diminuent avec l'altitude.

Les années 1990 et 1992 sont cependant très sèches, pratiquement les plus sèches des 30 dernières années sur cette station (figure 1).

Pluies en mm

■ JANVIER-AVRIL

▨ MAI-OCTOBRE

▩ NOVEMBRE-DECEMBRE

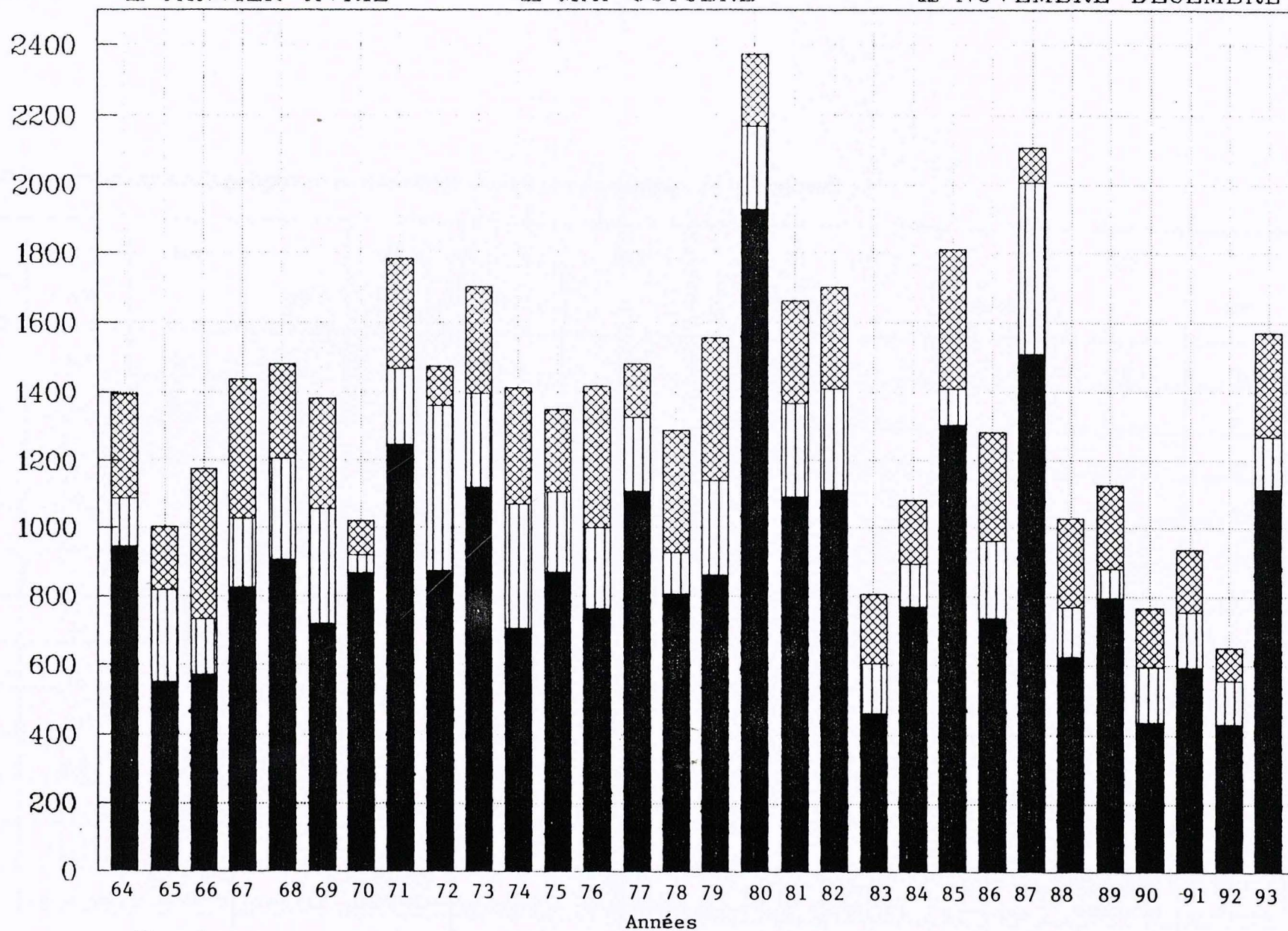


Figure 1 : Pluviométrie annuelle enregistrée sur la station des Colimaçons (Altitude 780 m)

Années	1989		1990		1991		1992		1993		1994	
mois	Précipitations	Température Moyenne	Précipitations	Température Moyenne	Précipitations	Température Moyenne	Précipitations	Température Moyenne	Précipitations	Température Moyenne	Précipitations	Température Moyenne
janvier	503	21.6	93	20.4	253	21.6	110	22.4	512	21.3	123	21.0
février	114	21.8	117	20.8	112	21.9	94	22.3	415	21.4	398	21.7
mars	105	21.4	183	20.7	191	21.5	208	21.0	120	21.1	268	21.0
avril	69	19.8	44	20.0	38	20.9	20	19.8	71	20.2	42	20.4
mai	13	18.9	20	18.5	51	18.8	70	18.6	53	19.1	24	18.7
juin	24	16.9	55	17.2	66	17.9	12	16.8	11	16.8	21	16.5
juillet	10	16.4	7	15.9	16	16.6	12	15.4	24	15.3	15	16.2
août	2	16.1	12	16.2	17	16.2	8	15.2	39	15.3	26	16.5
septembre	16	16.9	24	17.0	5	17.2	6	16.0	7	15.3	11	16.4
octobre	21	17.5	42	19.0	127	18.4	44	17.1	20	16.2	75	17.6
novembre	88	18.3	95	20.9	34	19.2	79	18.4	42	17.7	11	17.6
décembre	161	21.2	74	20.9	147	20.1	13	20.1	332	19.5	39	19.7
Précipitations annuelles Température moyenne annuelle	1126	18.9	766	18.7	1057	19.2	650	17.1	1645	18.1	1053	18.6

tableau 3: Récapitulatif des précipitations en mm et des températures moyennes en C°(Colimaçons)

IV RESULTATS

4.1 Choix d'un matériel végétal adapté

Parmi les espèces de légumineuses fourragères étudiées par le CIRAD depuis de nombreuses années pour améliorer la ration des animaux, le choix s'est porté sur le lotier, car il est présent dans les prairies de la Réunion (Fritz 1967, 1968, 1969) et ses qualités agronomiques semblaient à priori intéressantes pour une plante de couverture.

Ainsi le cultivar Maku, sélectionné en Nouvelle Zélande (DAVIES, 1969; AMSTRONG, 1974; LAMBERT et al., 1974), s'est avéré productif (MICHELLON, 1984) et pérenne dans les Hauts sous le vent, à 1300 m d'altitude. Une dizaine d'années après son installation, cette plante rampante à rhizomes et à stolons formait un tapis épais de plus de 10 cm, en l'absence d'exploitation, recouvrant l'ensemble des adventices (sauf les plantes pérennes dressées ou arbustes).

Nous avons recherché un matériel végétal adapté aussi à la zone sous le vent, d'altitude moyenne.

En 1990, deux espèces ont été comparées à 800 mètres, avec un semis en août à l'irrigation: le lotier velu, *Lotus uliginosus*, et le lotier corniculé, *L. corniculatus*. Mais cette dernière convient mal comme couverture car elle présente un port dressé et ne forme pas de tapis, laissant un grand nombre d'adventices se développer.

Cette parcelle étant consacrée à des tests d'herbicides sélectifs, dont le besoin se faisait cruellement ressentir dans plusieurs situations représentatives (voir § 4.4), une nouvelle expérimentation a été mise en place en 1991. Mais les premier semis ont été détruits par un herbicide : le 2,4. D.B., conseillé comme sélectif du lotier corniculé (RIEUNEAU, 1982).

La comparaison des deux variétés de lotier velu : Maku (tétraploïde) ou la variété commercialisée en France par Loras (diploïde), a été réalisée à 900 m, en mai, avec un semis à la volée (à 4 kg de graines inoculées et enrobées par ha) sous un couvert d'adventices séchés. La levée de Maku a été bonne, ne nécessitant qu'un complément de semences réduit (1.2 kg /ha), permettant une colonisation rapide du terrain (tableau 4) et une première exploitation par fauche en novembre, au début de la saison des pluies.

Variété de lotier velu	Maku (tétraploïde)	Commercialisée en France (diploïde)
Couverture	35	0
Adventices	15	60

Taleau 4: Taux de recouvrement du sol par la couverture ou les adventices, en fonction de la variété de lotier velu, trois mois après le semis (4 septembre 1991 à Cocâtre, 900 m). Les adventices sont composés essentiellement de ravenelle, *Raphanus raphanistrum*, " trèfle ", *Oxalis latifolia*, " herbe de lait ", *Euphorbia peplus*, " ail marron ", *Notoscordum inodorum*, et herbe ruban, *Phalaris arundinacea*.

Par contre, la variété commercialisée en France n'a réussi à s'implanter qu'après un troisième semis en octobre, mais sa faible compétitivité vis à vis des adventices a occasionné des travaux d'entretien importants (désherbage manuel, ...) pour assurer son maintien pendant deux ans, sans jamais obtenir un tapis continu.

4.2 Mode de gestion du lotier associé au géranium par herbicide ou par fauche

Malgré un semis en période fraîche et sèche, le 24 juillet 1990, le lotier a levé en environ 2 semaines. Son installation n'a posé aucun problème en l'absence d'adventices après une plante nettoyante (pomme de terre). Il a couvert le sol en moins de 4 mois, conduisant alors à effectuer une première coupe de régularisation. Le 18 décembre 1990, sa production de matière sèche dépassait 3,2 t par ha (estimation sur les parcelles où il a été supprimé pour les transformer en sol nu).

Cette couverture est relativement agressive réduisant sensiblement la prolifération de la flore adventice (tableau 5).

Mode de gestion du sol	07/02/92		23/02/93		25/04/94	
	Lotier	Adventices	Lotier	Adventices	Lotier	Adventices
Sol nu	0	28	0	25	0	88
Lotier herbicide	57	16	78	10	62	26
Lotier fauché	90	5	79	9	60	28

Tableau 5 : Evolution du taux de recouvrement du sol par la couverture et les adventices en fin de saison chaude au cours des 4 premières années d'exploitation du géranium. En avril 1994, les adventices sont composées essentiellement de "queue de chat", *Setaria pallide fusca* (un quart), "trèfle", *Oxalis lotifolia* (un quart), herbe caille, *Digitaria timoriensis* (10 %) herbe à bouc, *Agératum conyzoides* (10 % seulement en sol nu), ou herbe de l'eau, *Commelina diffusa* (10 % seulement avec lotier).

La conduite de l'association du lotier avec le géranium ne pose aucun problème en hiver. Par contre en été, la couverture doit être maîtrisée dès les premières pluies, en novembre ou décembre.

En effet, ses tiges prennent alors un port dressé, d'une hauteur de 20 cm environ au-dessus du sol, et s'enchevêtrent aux plantes de géranium dont les souches ont été taillées trop bas lors des récoltes précédentes. Pour éviter des pertes de temps et de matière verte lors des coupes suivantes, il faut donc ne pas trop rabattre le géranium au moment des récoltes et maîtriser le lotier pendant cette période estivale. Pour cela, le lotier est soit exploité pour l'affouragement des animaux, soit traité par des herbicides à effet de contact limité dans le temps.

Pour améliorer la gestion du lotier associé au géranium ou aux cultures vivrières, maraîchères et fruitières, des essais d'herbicides sont réalisés depuis plusieurs années. (DEJANTE, MICHELLON, VINCENT, 1991). Complétés par divers tests et grâce à la bibliographie, ils permettent de classer les matières actives selon leur type d'action en fonction du stade de la couverture (tableau 6).

Type d'action de l'herbicide	Matière active	Dose de matière active par ha		Remarque
		en cours d'installation	sur couverture installée	
Sélectif ou peu agressif	Fenoxaprop-éthyl	140 g		(1) isomère commercialisé en France
	Fluazifop-p-butyl	125 g à 250 g	60 à 125 g	(1) et (3), phytotoxique en association avec la bentazone
	Halaxyfop-R	125 g		(1)
	Isoxaben		500 g	(2)
	Ioxynil	375 g	375 à 625 g	(2) en cours d'installation dessèchement partiel à cette dose
	Propaquizafop	50 à 100 g		(1)
	Propyzamide		600 g	(2)
Effet de contact ou limité dans le temps	Pyridate	560 à 1125 g		(1)
	Quizalofop éthyl	50 g		(1)
	Atrazine		250 g à 1250 g	(2)
	Bentazone		120 g à 360 g	(2), lotier détruit à 720 g/ha
	Bromaxynil	300 g		(1)
	Diquat		300 g à 600 g	(2)
	Diuron		300 g à 600 g	(2)
	Diuron + Paraquat		200 g + 400 g	(2)
	Glufosinate-ammonium		200 g	(2)
	Hexazinone		450 g	(2)
	Hexazinone + Paraquat		450 g + 100 g	(2)
	Linuron		500 g	(1)
	Methabenzthiazuron	600 g		
	Paraquat		400 g à 600 g	(2)
Effet durable	Acifluorène-sodium	440 g		(1)
	Asulame	800 g		(1)
	Bentazone	960 g	720 g	(1), (2), (3) employé seul ou avec le fluazifop-p-butyl à 125 g/ha
	Clopyralid		120 g	(2)
	2,4-D	720 g	1000 g	(1), (2)
	2,4-DB	960 g à 2100 g	2100 g	(1), (2)
	Dicamba	375 g		(1)
	Dicamba + 2,4-D		455 g + 1155 g	
	Fluoroxypyr	200 g	240 g	(1), (2)
	Glyphosate		1080 g	
	Ioxynil + Dicamba + Mecoprop		350 g + 300 g + 1175 g	(2)
	2,4-MCPA	500 g	900 g	(1), (2)
	2,4-MCPB	1600 g	1600 g	(2)

Tableau 6 : Classement des matières actives herbicides selon leur type d'action en fonction du stade de la couverture de lotier velu

Les résultats des expérimentations sont complétés par ceux de (2) DEJANTE et al. (1991) et (3) MICHELLON et al. (1994) obtenus aussi sur la variété Maku, et par ceux de (1) LOCH et HARVEY (1990) qui ont également appliqué les herbicides en post-levée, mais sur le cultivar Sharnae.

Le fait de disposer d'une flore quasi-monospécifique permet d'utiliser de très faibles doses d'herbicides pour maîtriser le lotier. Dans nos conditions, une ou deux applications en traitement dirigé sont suffisantes :

- en novembre-décembre : atrazine (250 g/ha), diuron (300 g/ha).

- en février- mars : bentazone (120 g/ha avec des risques de légère phytotoxicité sur géranium à des doses supérieures) ou simplement par un apport d'engrais en localisé sous le rang qui dessèche le lotier.

Lors de la mise en place de cet essai, au cours de la première saison chaude, le lotier a mal été maîtrisé (debroussailluse utilisée avec peu de précaution) occasionnant une forte mortalité des pieds de géranium (plantes sectionnées à la base). Par la suite, les divers traitements réalisés sur la couverture n'ont pas conduit à des différences notables de densité (tableau 7).

Date du comptage	05/06/91	10/02/92	9/1/93	26/9/94
Géranium en sol nu	70	73	75	46
Géranium + Lotier herbicide	61	65	64	48
Géranium + Lotier herbicide avec restitutions	49	54	61	42
Géranium + Lotier fauché laissé	53	59	62	39
Géranium + Lotier fauché laissé avec restitutions	59	65	67	45
Géranium + Lotier fauché exporté	56	60	60	41
Géranium + Lotier fauché exporté avec restitutions	63	65	69	48

Tableau 7 : Influence du lotier sur l'évolution de la densité du géranium associé. Les densités sont exprimées en pourcentage du nombre de boutures initiales sans tenir compte des boutures nouvellement racinées

Le remplacement annuel des plantes manquantes de géranium a permis d'améliorer la densité avec lotier qui s'est rapprochée peu à peu de celle obtenue en sol nu.

Cette mauvaise maîtrise du lotier en été s'est traduite par une concurrence vis à vis du géranium en novembre 1991 et 1992. Le rendement en matière verte du géranium associé apparaît alors inférieur à celui obtenu en sol nu (tableau 8). Il en est de même pour les rendements en matière sèche, les teneurs en eau du géranium associé au lotier étant légèrement supérieures à celles en sol nu (tableau 9 et 10).

Année d'installation

Mode de gestion du sol	13/11/90	17/12/90	22/01/91	06/05/91	21/08/91	Total année
Géranium en sol nu	Semé en lotier, arraché le 28/12/90			5.72	4.08	-
Géranium avec lotier fauché	3.10	13.00	3.91	3.53	2.70	26.24

Première année

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	06/11/91	05/02/92	01/09/92	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	10.43 a	6.59	6.30	23.32
Géranium avec lotier herbicide	sans	4.95	6.82	6.16	17.93
	avec	4.48 b	5.77	5.38	15.63
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	4.62 b	7.50	4.52	16.64
	avec	5.81	6.59	6.11	18.51
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	4.29 b	7.91	4.24	16.44
	avec	4.00	9.45	4.56	18.01
Effet statistiquement significatif		Lotier C.V.=23% E.T.=1.25	Aucun C.V.=21% E.T.=1.49	Aucun C.V.=23% E.T.=1.22	Lotier C.V.=17% E.T.=3.02

Deuxième année

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	12/11/92	08/02/93	13/07/93	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	9.40 x	7.66	2.88	19.94
Géranium avec lotier herbicide	sans	6.05	6.02	5.61	17.68
	avec	6.22 y	5.34	6.43	17.99
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	5.91	7.03	6.20	19.14
	avec	6.54 y	6.48	7.03	20.05
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	4.93 y	5.16	5.52	15.61
	avec	4.97	6.71	5.52	17.20
Effet statistiquement significatif		Lotier C.V.=19% E.T.=1.17	Aucun C.V.=21% E.T.=1.33	Aucun C.V.=32% E.T.=1.77	Aucun C.V.=18% E.T.=3.21

Troisième année:

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	08/12/93	05/07/94	29/09/94	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	9.76	1.34	2.7	13.80
Géranium avec lotier herbicide	sans	8.40	2.42	2.0	12.82
	avec	8.81	2.71	1.7	13.22
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	9.22	1.90	1.48	12.60
	avec	9.49	2.39	1.77	13.65
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	7.76	2.39	1.61	11.76
	avec	7.94	2.54	1.39	11.87
Effet statistiquement significatif		Aucun C.V.=16% E.T.=1.41	Aucun C.V.=33% E.T.=0.73	Aucun C.V.=33% E.T.=0.58	Aucun C.V.=17% E.T.=2.21

Tableau 8 : Rendement du géranium en tonnes de matière verte par hectare à COCATRE. Selon le test de NEWMAN et KEULS, les rendements affectés de la même lettre ne sont pas statistiquement différents.

Année d'installation

Mode de gestion du sol	13/11/90	17/12/90	22/01/91	06/05/91	21/08/91	Moyenne pondérée
Géranium en sol nu	Semé en lotier, arraché le 28/12/90			21.5	21.8	21.6
Géranium avec lotier fauché	19.0	18.0	23.0	21.5	23.7	19.9

Première année

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	06/11/91	05/02/92	01/09/92	Moyenne pondérée
Géranium en sol nu	Sans	21.0	22.0	26.1	22.7
Géranium avec lotier herbicide	sans			29.0	24.1
	avec			29.8	24.4
Géranium avec lotier fauché restitué	sans			26.5	22.9
	avec			27.1	23.4
Géranium avec lotier fauché exporté	sans			31.0	24.1
	avec			34.5	24.9

Deuxième année

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	12/11/92	08/02/93	13/07/93	Moyenne pondérée
Géranium en sol nu	Sans	28.6	24.6	34.9	28.0
Géranium avec lotier herbicide	sans		25.9	26.6	27.0
	avec		21.0	28.8	26.4
Géranium avec lotier fauché restitué	sans		21.8	32.1	27.2
	avec		21.9	28.3	26.3
Géranium avec lotier fauché exporté	sans		20.3	24.4	24.4
	avec		20.5	29.3	25.7

Troisième année:

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	08/12/93	05/07/94	29/09/94	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	31.8	40.3	27.0	31.1
Géranium avec lotier herbicide	sans	29.3	41.3	28.4	31.3
	avec	33.0	41.2	28.4	34.0
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	31.4	34.8	25.5	31.2
	avec	30.6	36.3	25.5	30.9
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	32.3	39.9	27.0	32.8
	avec	30.6	34.8	27.0	31.0

Tableau 9: Teneur en matière sèche du géranium en pourcentage de matière verte à COCATRE. La teneur moyenne pondérée calculée sur trois ans est:

- sol nu: 26.7%
- lotier: 25.1%

Année d'installation

Mode de gestion du sol	13/11/90	17/12/90	22/01/91	06/05/91	21/08/91	Total année
Géranium en sol nu	Semé en lotier, arraché le 18/12/90			1.23	0.89	-
Géranium avec lotier fauché	0.59	2.34	0.90 ¹	0.76	0.64	5.23

Première année

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	06/11/91	05/02/92	01/09/92	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	2.19 a	1.45	1.64	5.28
Géranium avec lotier herbicide	sans	1.04	1.50	1.78	4.32
	avec	0.94 b	1.27	1.30	3.81
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	0.97 b	1.65	1.19	3.81
	avec	1.22 b	1.45	1.66	4.33
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	0.90 b	1.74	1.31	3.95
	avec	0.84	2.08	1.57	4.49
Effet statistiquement significatif		Lotier C.V.=23% E.T.=0.26	Aucun C.V.=21% E.T.=0.33	Aucun C.V.=22% E.T.=0.33	Lotier C.V.=16% E.T.=0.70

Deuxième année

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	12/11/92	08/02/93	13/07/93	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	2.69 x	1.88 α	1.00	5.57
Géranium avec lotier herbicide	sans	1.73	1.55 β	1.49	4.77
	avec	1.78 y	1.12	1.85	4.75
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	1.69 y	1.53 β	1.99	5.21
	avec	1.87	1.42	1.99	5.28
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	1.41 y	1.04 β	1.34	3.79
	avec	1.42	1.37	1.61	4.40
Effet statistiquement significatif		Lotier C.V.=19% E.T.=0.33	Lotier C.V.=21% E.T.=0.30	Aucun C.V.=31% E.T.=0.51	Aucun C.V.=18% E.T.=0.88

Troisième année:

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	08/12/93	05/07/94	29/09/94	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	3.11	0.54	0.64	4.29
Géranium avec lotier herbicide	sans	2.46	1.00	0.55	4.01
	avec	2.91	1.12	0.47	4.50
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	2.89	0.66	0.38	3.93
	avec	2.90	0.87	0.45	4.22
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	2.50	0.33	0.43	3.86
	avec	2.43	0.88	0.37	3.68
Effet statistiquement significatif		Lotier C.V.=16% E.T.=0.43 t/ha	Aucun C.V.=34% E.T.=0.29 t/ha	Aucun C.V.=34% E.T.=0.16 t/ha	Aucun C.V.=18% E.T.=0.71 t/ha

Tableau 10: Rendement du géranium en tonnes de matière sèche par hectare à COCATRE. Selon le test de NEWMAN et KEULS (analyses statistiques des coupes du 6/11/91 ou du 12/11/92) ou la méthode des contrastes (8/2/93) les rendements affectés de la même lettre ne sont pas statistiquement différents.

¹ Forte concurrence lors de la coupe du 22/01/91.

La qualité du végétal récolté est cependant altérée en sol nu. En été, le géranium y subit en effet de forts dégâts d'un charançon phytophage, *Cratopus humeralis*, qui provoque de profondes échancrures dans le limbe des feuilles. Des traitements insecticides sont réalisés systématiquement, mais ils sont insuffisamment efficaces. Dans ces conditions, cet essai apparaît relativement épargné par rapport aux autres parcelles voisines où le géranium est cultivé sans lotier.

Dans cet essai, les adultes du charançon, au comportement réputé grégaire (QUILICI, VERCAMBRE, BONNEMORT, 1992), se regroupent dans la couverture de lotier qui constitue une plante piège très attractive. Malgré l'exiguïté des parcelles, les dégâts de *Cratopus humeralis* apparaissent considérablement réduits sur géranium avec couverture de lotier par rapport à celui en sol nu. Nous avons tenté de quantifier cette différence en évaluant un pourcentage de destruction du feuillage (tableau 11).

Mode de gestion du sol	Défoliation en %
Géranium en sol nu	3,3
Géranium avec couverture de lotier	1,5

Tableau 11 : Pourcentage de destruction du feuillage du géranium par le *Cratopus humeralis*. L'évaluation a été réalisée le 26 avril 1994. Dans le calcul de la moyenne des pourcentages de défoliation des parcelles avec lotier, celles qui sont adjacentes aux traitements en sol nu sont exclues (effet de bordure).

Lors des récoltes qui succèdent à ces attaques, les rendements en tiges et feuilles du géranium sont très hétérogènes, et semblent affectés en sol nu par rapport à ceux obtenus avec la couverture de lotier (juillet 1993 et 1994).

Globalement les rendements exprimés en tonne de matière verte de géranium par ha ne sont pas modifiés, en deuxième et troisième année, par la couverture de lotier, quel que soit son mode de gestion : par herbicide ou par fauche (tableau 12 et figure 2).

Mode de gestion du sol	Complément de fumure	première année	deuxième année	troisième année	Total annuel
Géranium en sol nu	Sans	23.32 a	19.94	13.80	57.06
Géranium avec lotier herbicide	sans	17.93	17.68	12.82	48.43
	avec	15.63 b	17.99	13.22	46.84
Géranium avec lotier fauché restitué	sans	16.64 b	19.14	12.60	48.38
	avec	18.51	20.05	13.65	52.21
Géranium avec lotier fauché exporté	sans	16.44 b	15.61	11.76	43.81
	avec	18.01	17.20	11.87	47.08
Effet statistiquement significatif		Lotier C.V.=17% E.T.=3.02 t/ha	Aucun C.V.=18% E.T.=3.21 t/ha	Aucun C.V.=17% E.T.=2.21 t/ha	

Tableau 12: Rendement annuel du géranium en tonnes de matière verte par ha selon le mode gestion du sol, à Côtatre pendant les 3 premières années d'exploitation. Selon le test de NEWMAN et KEULS, les rendements affectés de la même lettre ne sont pas statistiquement différents.

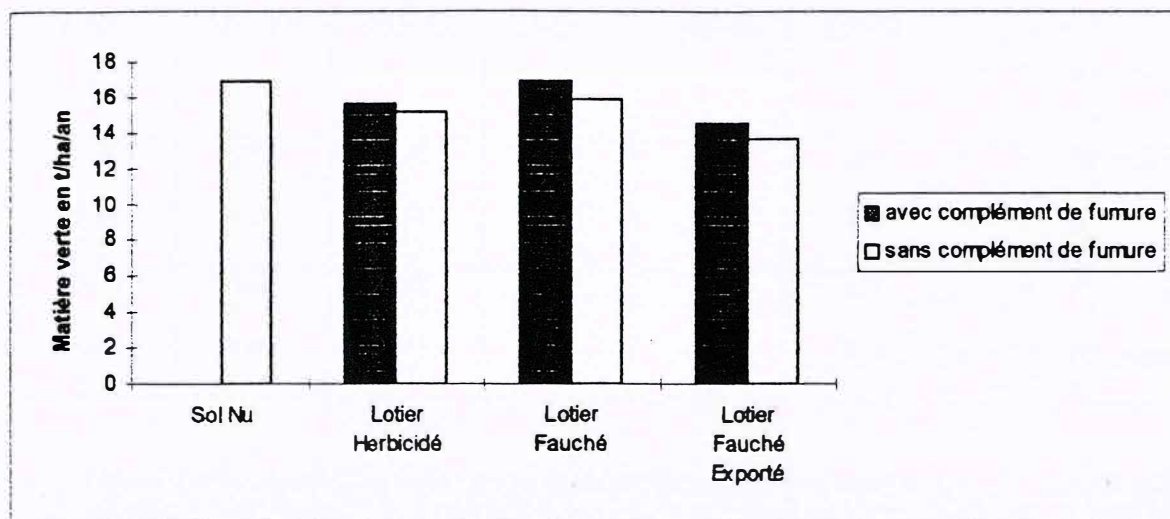


Figure 2 : Effet d'une couverture de lotier velu installée et gérée soit par fauche soit par herbicide, sur le rendement en matière verte du géranium rosat.

Exploité pour l'affouragement des animaux, au moment où sa maîtrise apparaît nécessaire pour ne pas concurrencer le géranium, le lotier présente une production faible (tableau 13), par rapport à une culture pure (MICHELLON, 1984).

Complément de fumure	04/06/91	12/11/91	16/12/91	13/04/92	24/11/92	26/04/93	27/12/93	Totaux sur 3 ans
Sans	0.04	0.18	0.07	0.08	0.08	0.09	0.13	0.67
Avec	0.05	0.18	0.10	0.06	0.08	0.04	0.07	0.58

Tableau 13 : Production en t de matière sèche par ha du lotier associé au géranium rosat, au cours des 3 premières années d'exploitation .

Les teneurs moyennes en matière sèche sont de 12,4 % (10,5 à 14,3 %)

Dans ces conditions, il, n'apparaît pas utile de prévoir une fumure complémentaire destinée à compenser les exportations minérales du lotier, même exploité comme fourrage (tableau 12 et figure 2)

Nous montrerons par ailleurs que sans modification des fumures par rapport au sol nu, l'ensemble des propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol sont améliorées avec couverture végétale permanente (MICHELLON, PERRET, ANSELEM, 1994), et en particulier avec le lotier.

Il semblerait que la productivité du géranium puisse être améliorée par le lotier, surtout en sol décapé par l'érosion comme le suggèrent les résultats des tests réalisés dans le cadre des études pluridisciplinaires sur les andosols (CIRAD, 1988, et tableau 14).

Parcelle caractérisée par un sol avec:	Méthode de gestion du sol:	2/5/90	4/7/90	5/12/90	28/1/91	11/7/91	Totaux
Horizon A non décapé (> 20 cm)	Sol nu	8.0	10.3	12.0	4.4	8.0	42.7
	couverture d'herbe	4.9	17.3	7.5	6.6	8.2	44.5
Horizon B décapé (B affleurant)	Sol nu	5.4	9.7	14.6	11.0	5.7	46.4
	couverture d'herbe	5.9	11.1	16.8	11.4	16.5	61.7

Tableau 14: Rendement du Géranium en t de matière verte par hectares, après jachère d'acacia chez M. PAYET (DOMMERGUES, altitude= 1000 m). Le lotier a été semé le 13 février 1990 après les deux premières récoltes de géranium les 17 janvier et 6 février 1990 ayant produit au total 15 t de matière verte.

Dans le prochain chapitre, nous nous intéresserons spécifiquement à l'un des éléments l'azote qui est essentiel dans la fumure minérale du géranium (FRITZ, 1973)

4. 3 Fixation d'azote par le lotier et son transfert à la culture de géranium :

Les principales méthodes utilisées pour estimer au champ la fixation d'azote atmosphérique par une légumineuse, en différenciant de celui fourni par le sol, sont (GIBSON, DREYFUS, DOMMERGUES, 1992) :

- la comparaison des teneurs d'azote contenues dans les plantes inoculées et non inoculées, ou recevant des apports croissants d'azote minéral.
- la mesure d'activité réductrice d'acétylène. La nitrogénase, enzyme qui fixe l'azote atmosphérique chez la légumineuse, réduit aussi l'acétylène en éthylène. L'activité fixatrice d'azote est estimée, en atmosphère contrôlée, par l'activité réductrice d'acétylène mesurée par chromatographie en phase gazeuse. Mais cette méthode que nous avons utilisée sur haricot donne des résultats très hétérogènes (BERNARD, MICHELLON, 1986).
- ou les méthodes utilisant le traceur ^{15}N , soit ajouté au sol, soit grâce aux mesures des variations d'abondance isotopique naturelle.

M. OURRIEUX de l'Université de Caen quantifie la fixation de l'azote par la mesure des dilutions isotopiques. C'est le principe selon lequel la nitrogénase transforme un peu plus rapidement l'isotope 14 de l'azote (^{14}N) que l'isotope 15 (^{15}N). Chez une légumineuse l'abondance isotopique en ^{15}N (rapport $^{15}\text{N}/\text{N}$ total) sera donc plus faible que dans l'air ou une autre plante. L'abondance isotopique naturelle en ^{15}N de l'air est voisine de 0,3665 %, alors qu'une légumineuse qui ne dispose pas d'autre source d'azote que celui de l'atmosphère présente une abondance en ^{15}N de 0,36467 %.

La teneur naturelle en ^{15}N de l'azote des sols étant différente de celle de l'air, la comparaison entre une plante n'ayant que le sol pour source d'azote et une plante fixant une partie de son azote dans l'air permet de quantifier la fixation en appliquant le principe de la dilution isotopique.

Ces teneurs étant très faibles, une fraction de l'abondance naturelle a été choisie comme unité. Cette unité est le millièmes de l'abondance naturelle en ^{15}N .

Afin de comparer les différentes plantes entre elles, un indice, dit de discrémiation, est utilisé. Il se définit par rapport à une plante non fixatrice (graminée) :

$$I_D = \frac{\text{Abondance en } ^{15}\text{N de la plante} - \text{abondance en } ^{15}\text{N de la graminée}}{\text{Millièmes d'abondance en } ^{15}\text{N de la graminée}}$$

Cet indice de discrimination varie entre :

. 0 pour une plante non fixatrice (comme la graminée)

. et - 4,86 δ pour une légumineuse ne recevant pas d'azote minéral.

Pour le lotier en culture pure, l'abondance isotopique en ^{15}N mesurée est de 0,36687 % (tableau 15) et l'indice de discrimination de - 2,92.

Dans cette étude la plante non fixatrice le géranium est choisie comme témoin de référence. Les discriminations peuvent être calculées en unité δ^* déterminée à partir de l'abondance isotopique de cette plante pour que :

$$I_{\text{géranium pur}} = 0 \delta^*$$

Calculé dans cette unité l'indice de discrimination du lotier en culture pure est de :

$$I_{\text{lotier pur}} = - 2,935 \delta^* = - 2,92 \delta$$

Les unités δ^* et δ sont relativement proches

Plante analysée	Abondance isotopique en ^{15}N en %	Ecart type $SE = \frac{\sigma_n}{\sqrt{n-1}}$	Discrimination par rapport au géranium en culture pure
Lotier en culture pure	0,36687	0,00022	- 2,935 δ^*
Géranium en culture pure (témoin en sol nu)	0,36795	0,00071	0
Géranium associé (Couverture de lotier)	0,36769	0,00022	- 0,707 δ^*
Lotier associé	0,36709	0,00031	- 2,337 δ^*

Tableau 15 : Influence du système de culture sur l'abondances isotopique en ^{15}N du lotier et du géranium en culture pure ou associée, mesurées sur spectromètre de masse, et leur discrimination par rapport au témoin géranium en culture pure (OURRY, 1991).

Les abondances isotopiques en ^{15}N du géranium en culture pure (témoin non fixateur en sol nu) et du lotier en culture pure apparaissent différentes. (tableau 13 et figure 3), même s'il existe une grande variabilité dans les mesures.

Une partie importante de l'azote du lotier provient de l'azote atmosphérique . Si nous faisons l'approximation que δ et δ^* sont quasiment identiques, la discrimination étant de - 4,86 δ lorsque 100 % de l'azote est d'origine atmosphérique, la part de l'azote de l'air fixé par le

lotier peut être évaluée à environ 60 % $\left(\frac{-2.935\delta^*}{-4.86\delta} \times 100 \right)$

La valeur de la discrimination - 0,707 δ^* obtenue pour le géranium associé au lotier suggère qu'une partie de l'azote, du géranium provient de la légumineuse. Elle peut être évaluée à 30 %

$$\left(\frac{-0.707\delta^*}{-2.337\delta^*} \times 100 \right)$$

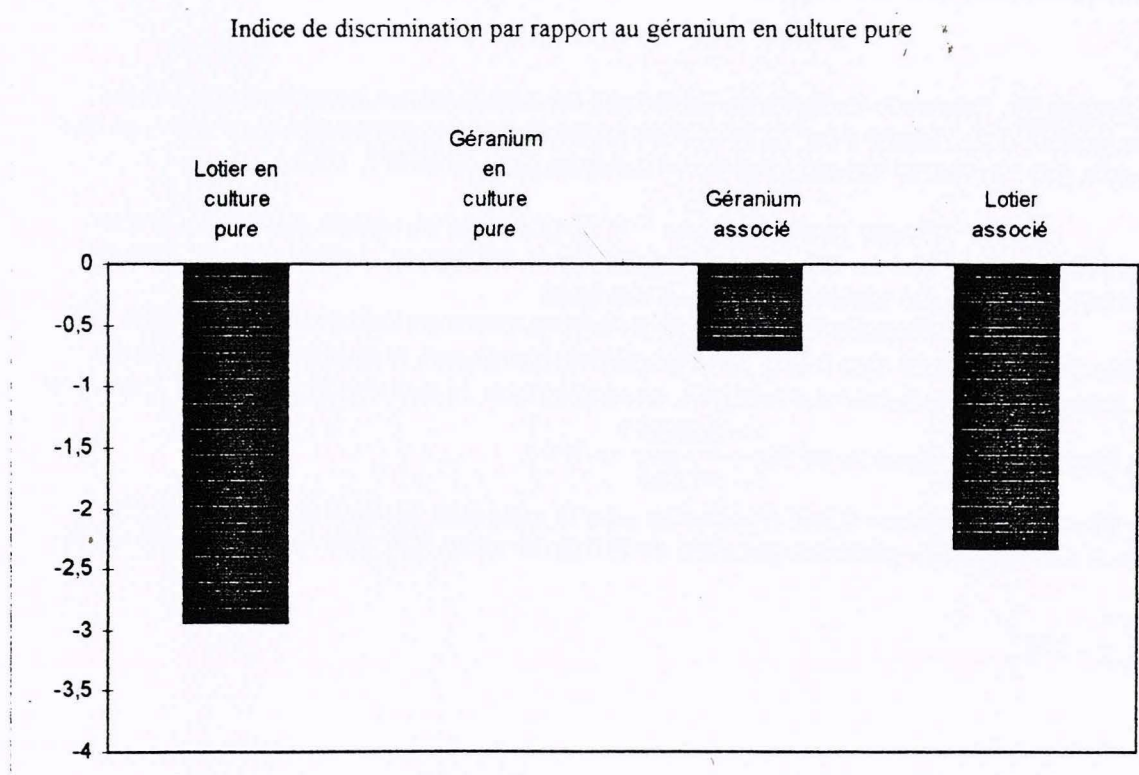
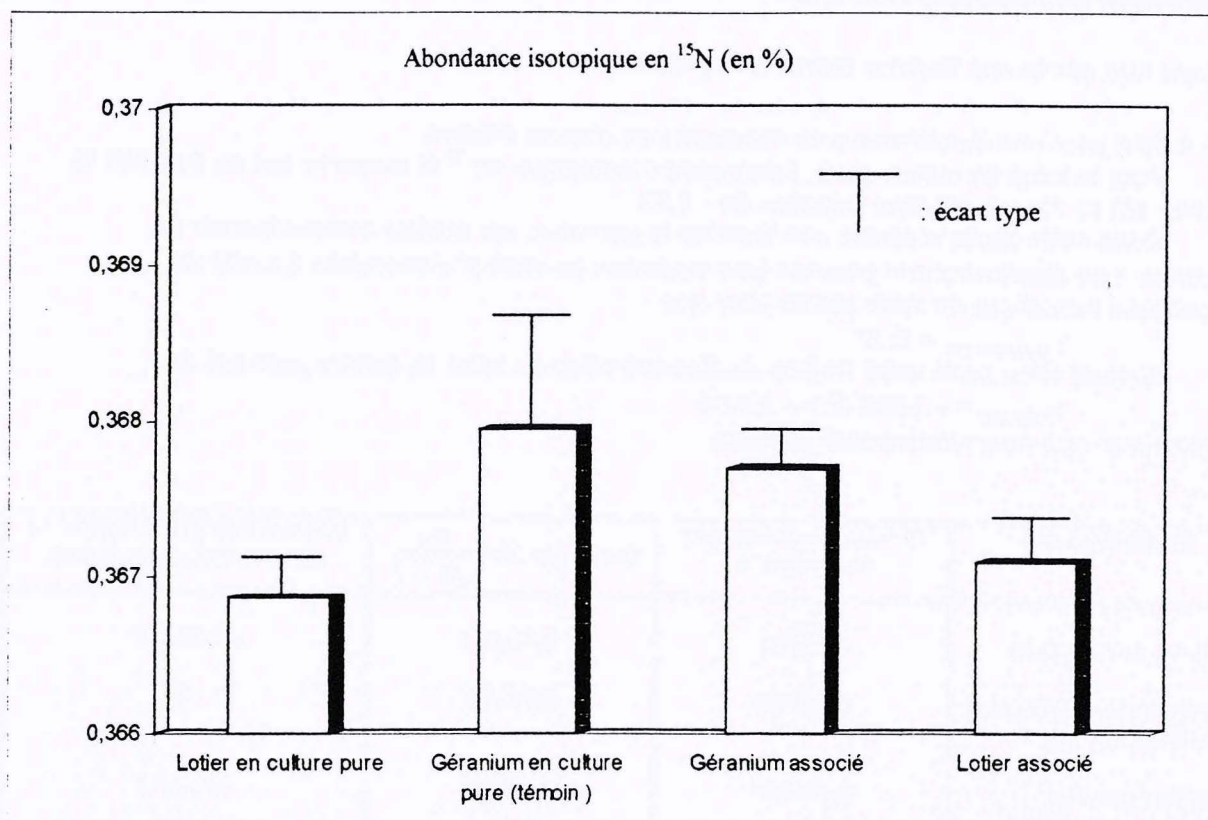


Figure 3: Influence du système de culture sur l'abondance isotopique en ^{15}N du lotier ou du géranium en culture pure ou associée, et leur indice de discrimination, d'après OURRY (1991).

Nous devons considérer les résultats de M. OURRY avec prudence, car ils ne reposent que sur un faible nombre de répétitions et car d'autres phénomènes peuvent s'ajouter à la fixation d'azote atmosphérique par la légumineuse. Cette fixation se produit aussi dans la rhizosphère et la phyllosphère des plantes, bien que les quantités d'azote qui sont alors évaluées soient faibles (WETSELAAR, GANRY, 1992). La vie microbienne est en outre très probablement stimulée dans le système de culture avec couverture de lotier par support au sol nu (protection du tapis contre le rayonnement solaire, humidité accrue,...)

D'autres expérimentations démontrent que l'impact du lotier velu Maku sur les économies d'engrais azotés n'est pas négligeable. Ainsi en Nouvelle Zélande, BROCK (1973) évalue la fourniture annuelle d'azote au sol entre 140 et 200 unités par ha, selon l'apport de phosphore, qui s'ajoutent respectivement aux 270 à 390 kg d'azote par ha exportés dans le fourrage.

Les légumineuses de couverture constituent une source d'azote importante pour d'autres cultures telles que le maïs, permettant de réduire leur fumure (HEICHEL, 1987; SEGUY et al, 1992). Le lotier semble à cet égard très efficace, car il permettrait de supprimer cet apport d'azote (MICHELLON, ANSELLEM, NARANIN, 1994).

Chez le géranium rosat, ce sont les risques d'altération de la qualité de l'huile essentielle qui doivent conduire à supprimer les apports azotés en présence de lotier. Lorsque cette fumure est conservée la teneur en azote de la matière distillée augmente sensiblement, ainsi que parfois le taux d'isomenthone de l'huile essentielle, cet excès n'étant pas apprécié par les parfumeurs (DEMARNE, MICHELLON, 1994).

Chez certaines espèces, ces phénomènes conduisent même à remplacer la couverture de légumineuse par un tapis de graminée. Ainsi, chez la tomate la qualité des fruits et leur conservation semblent affectées dans l'association avec le lotier par rapport à un sol nu (forte teneur en eau...), mais apparaissent améliorées avec le kikuyu.

4. 4 Evaluation technico-économique de l'association de légumineuses avec le géranium dans des situations représentatives :

Le semis de légumineuses en mélange: trèfle blanc, trèfle violet, trèfle du Kenya, complété par du lotier velu au cours de la première année d'exploitation du géranium, n'a pas favorisé la colonisation des terrains en présence d'adventices difficiles à maîtriser après géranium ou canne à sucre abandonnés.

Après la jachère d'Acacia, la prolifération des adventices est réduite, mais la plantation a été retardée et l'expérimentation perturbée par le cyclone Firinga, en février 1989.

L'installation simultanée du géranium et des légumineuses et la méconnaissance d'herbicides spécifiques utilisables dans les associations en cours d'installation (tableau 6) a conduit à une plus forte mortalité du géranium (tableau 16) et à une réduction des rendements de cette culture au cours du premier été, en février 1990, après canne à sucre (chez M. POTHIN, tableau 17) ou février 1991, après jachère d'Acacia (chez M. MERCHER, tableau 23).

Pour éviter ces problèmes, l'expérience a montré qu'il est plus intéressant de planter le géranium dans une couverture déjà installée (réduction des temps de travaux), mais après cette phase la couverture de légumineuse apparaît bénéfique :

- vers 1100 m d'altitude, après géranium abandonné ou jachère d'Acacia, le lotier velu domine les autres légumineuses et permet d'augmenter le rendement en huile essentielle d'une dizaine de kg par ha en deuxième (tableau 22) ou troisième année (tableau 25).

- à 800 m d'altitude, le déficit hydrique est beaucoup plus marqué, ainsi que les dégâts de ver blanc, *Hoplochelus marginalis*, qui infeste la zone. Après canne à sucre, le rendement obtenu en première année sur géranium apparaît doublé lorsque les résidus de canne sont conservés (chez M. POTHIN, tableaux 19, 20 et 21).

Précédent cultural	Gestion du sol	1988	1989	1990	1991
Canne à sucre chez M. POTHIN	Sol nu	96	33	39	34
	Couverture morte	88	41	51	49
	Couverture de trefle	100	46	79	20
Jachère d' <i>Acacia</i> chez M. MERCHER	Sol nu	-	29	23	31
	Couverture de lotier	-	49	54	21
Géranium abandonné chez M. TAURAN	Sol nu	44	8	17	14
	Couverture de lotier	23	17	23	14

Tableau 16: Influence de la couverture morte ou de légumineuses sur le pourcentage de remplacement annuel du géranium nécessaire au maintien de la densité initiale de plantation

Les plantations effectuées en juin 1988 ont été retardées en octobre 1988 chez M. MERCHER. Les remplacements sont réalisés au cours de l'hiver austral généralement en juin ou septembre, selon les agriculteurs.

	5/01/89	14/02/89	22/05/89	13/10/89	23/11/89	Totaux
Sol nu	0,0	0,7	3,4	4,6	2,2	10,8
Couverture morte	1,5	1,7	6,0	10,8	5,0	24,9
Légumineuse semée dans la couverture morte	1.5	0.7	3.9	5.0	3.4	14.5

a- Première année : semis de trefle et de lotier

	22/02/90	22/03/90	30/07/90	19/10/90	6/12/90	15/01/91	Totaux
Sol nu	18,6	1,4	3,2	2,2	2,2	3,2	30,7
Couverture morte	21,2	1,2	4,9	7,3	3,5	5,4	43,5
Légumineuse en cours d'installation	12.7	1.0	2.1	6,0	3.0	8,1	32.9

b- Deuxième année avec le trefle du Kenya qui s'installe seul à partir de novembre 1990.

	2/04/91	1/08/91	3/10/91	14/12/91	4/03/92	Totaux
Sol nu	5,0	2,0	3,0	3,1	5,2	18,2
Couverture morte	10,5	1,7	7,9	5,1	5,2	30,3
Couverture de trefle du Kenya	9.0	2.5	2.9	4.9	10.2	29.5

c- Troisième année

Tableau 17 : Rendement du géranium en t de matière verte par ha après canne à sucre chez M. POTHIN

	5/01/89	14/02/89	22/05/89	13/10/89	23/11/89	Moyenne pondérée
Sol nu	-	2,1	2,6	1,4	1,2	1,8
Couverture morte	1,5	1,8	1,3	1,5	1,3	1,4
Légumineuse semées	1,5	2,0	1,8	1,6	1,2	1,6

a- Première année avec semis de trèfles dans la couverture morte

	22/02/90	22/03/90	30/07/90	19/10/90	6/12/90	15/01/91	Moyenne pondérée
Sol nu	1,2	1,7	1,6	1,6	2,3	2,3	1,5
Couverture morte	1,2	1,7	1,5	1,8	2,0	2,2	1,5
Légumineuses en cours d'installation	1,8	1,7	1,5	1,8	2,3	2,1	1,9

b- Deuxième année

	2/04/91	1/08/91	3/10/91	14/12/91	4/03/92	Moyenne pondérée
Sol nu	3,0	2,3	1,8	3,6	2,9	2,8
Couverture morte	2,6	1,7	1,5	3,5	2,9	2,5
Couverture de kikuyu	2,7	2,3	1,9	3,7	2,9	2,8

c- Troisième année avec trèfle du kenya installé

Tableau 18 : Teneur en huile essentielle en pour mille de la matière verte chez M. POTHIN

	5/01/89	14/02/89	22/05/89	13/10/89	23/11/89	Totaux
Sol nu	0,00	1,44	8,75	6,56	2,60	19,35
Couverture morte	2,28	3,02	7,84	15,60	6,50	35,24
Légumineuses semées	2,28	1,50	7,08	7,80	4,08	22,74

a- Première année avec semis de trèfles dans la couverture morte

	22/02/90	22/03/90	30/07/90	19/10/90	6/12/90	15/01/91	Totaux
Sol nu	22,80	2,34	5,16	3,56	5,22	7,26	46,34
Couverture morte	25,12	2,08	7,50	12,72	6,86	12,04	66,32
Légumineuses en cours d'installation	23,38	1,72	3,18	10,94	7,04	16,92	63,18

b- Deuxième année

	2/04/91	1/08/91	3/10/91	14/12/91	4/03/92	Totaux
Sol nu	14,86	4,55	5,20	11,05	14,86	50,52
Couverture morte	27,61	2,89	11,80	17,80	14,86	74,96
Couverture de trèfle du Kenya	24,21	5,86	5,34	17,80	29,72	82,93

c- Troisième année avec trèfle du Kenya installé

Tableau 19 : Rendement du géranium en kg d'huile essentielle par ha après canne à sucre chez M. POTHIN

	23/01/89	2/03/89	11/05/89	27/07/89	20/09/89	5/12/89	17/01/90	Totaux
Sol nu	0,0	3,1	2,5	2,9	5,3	4,5	2,2	20,6
Semis de légumineuses	8.1	3.0	3,8	2,5	8.6	7.1	5.2	38.3

a- Première année : échec des semis de trèfle d'août 1988 à mars 1989 (mauvaises herbes), remplacé par le lotier.

	20/03/90	2/05/90	11/07/90	18/09/90	5/02/91	Totaux
Sol nu	2,4	2,5	4,6	2,7	5,3	17,6
Couverture de lotier	5.1	5.2	6.8	3.2	5.4	25.8

b- Deuxième année avec un lotier en cours d'installation à partir de janvier 1990.

Tableau 20 : Rendement du géranium en t de matière verte par ha après géranium dégradé (chez M. TAURAN)

	23/01/89	2/03/89	11/05/89	27/07/89	20/09/89	5/12/89	17/01/89	Moyenne pondérée
Sol nu	-	2,1	1,9	1,8	1,4		3.3	2,1
Semis de légumineuses	1,4	2.2	1,9	2.1	1.6	2.5	2.2	1.9

a- Première année

	20/03/90	2/05/90	11/07/90	18/09/90	5/02/91	Moyenne pondérée
Sol nu	2,8	2,0	2,2	1.6	1,9	2,1
Couverture de lotier	2,5	2,1	1.3	1.6	1,9	1.9

b- Deuxième année

Tableau 21 : Teneur en huile essentielle en pour mille de la matière verte (chez M. TAURAN)

	23/01/89	2/03/89	11/05/89	27/07/89	20/09/89	5/12/89	17/01/90	Totaux
Sol nu	0,00	6,50	4,74	5,16	7,48	11,32	7,28	42,48
Semis de légumineuses	11.44	6,50	7,16	5,16	13.50	18.00	11.48	73.24

a- Première année

	20/03/90	2/05/90	11/07/90	18/09/90	5/02/91	Totaux
Sol nu	6,88	5,09	9,96	4,32	10,06	36,31
Couverture de lotier	12.74	10.94	8.88	5.18	10,06	47.80

b- Deuxième année

Tableau 22 : Rendement du géranium en kg d'huile essentielle par ha après géranium dégradé (chez M. TAURAN)

	12/05/89	16/07/89	3/11/89	11/01/90	9/03/90	Totaux
Sol nu	3,4	2,3	3,7	7,0	3,2	19,6
Légumineuses semées	2.7	2.2	3.3	11.5	4.6	24.3

a- Première année : trèfles semés le 18/11/88 et complétés avec du lotier le 15/09/89.

	1/07/90	5/10/90	2/02/91	Totaux
Sol nu	4,0	2,4	8,6	15,0
Couverture de légumineuses	2.7	2.0	3.2	8.0

b- Deuxième année

	26/08/91	12/12/91	18/08/92	Totaux
Sol nu	4,3	2,0	2,7	9,0
Couverture de lotier	12.9	2.4	2,6	20.4

c- Troisième année

Tableau 23 : Rendement du géranium en t de matière verte par ha après jachère d'*Acacia* (chez M. MERCHER)

	12/05/89	16/07/89	3/11/89	11/01/90	9/03/90	Totaux
Sol nu	1,6		1,0	1,7	2,4	1,6
Légumineuses semées	1,5	1.5	1,1	1,9	1.9	1,7

a- Première année

	1/07/90	5/10/90	2/02/91	Totaux
Sol nu		2.1	1,9	1,9
Couverture de légumineuses	1.8	2.1	2,0	2.1

b- Deuxième année

	26/08/91	12/12/91	18/08/92	Totaux
Sol nu	1,3			1,6
Couverture de lotier	1,0	2.9	1.3	1,3

c- Troisième année

Tableau 24 : Teneur en huile essentielle en pour mille de la matière verte (chez M. MERCHER)

	12/05/89	16/07/89	3/11/89	11/01/90	9/03/90	Totaux
Sol nu	5,58	3,32	3,55	12,18	7,52	32,15
Légumineuses semées	3,95	3,23	3,57	21,64	8,75	41,14

a- Première année

	1/07/90	5/10/90	2/02/91	Totaux
Sol nu	7,36	5,06	16,25	28,67
Couverture de légumineuses	4,99	5,09	6,39	16,47

b- Deuxième année

	26/08/91	12/12/91	18/08/92	Totaux
Sol nu	5,73	5,80	3,38	14,91
Couverture de lotier	13,42	6,93	6,39	26,74

c- Troisième année

Tableau 25 : Rendement du géranium en kg d'huile essentielle par ha après jachère d'*Acacia* (chez M. MERCHER)

Ces effets se maintiennent les années ultérieures (figure 4), ainsi qu'avec la couverture de trèfle du Kenya (qui s'installe mieux que le lotier), la production étant augmentée de plus de 60 kg d'huile essentielle en trois ans (supérieure de moitié par rapport au sol nu). Ils semblent essentiellement liés (DOREE, 1989) :

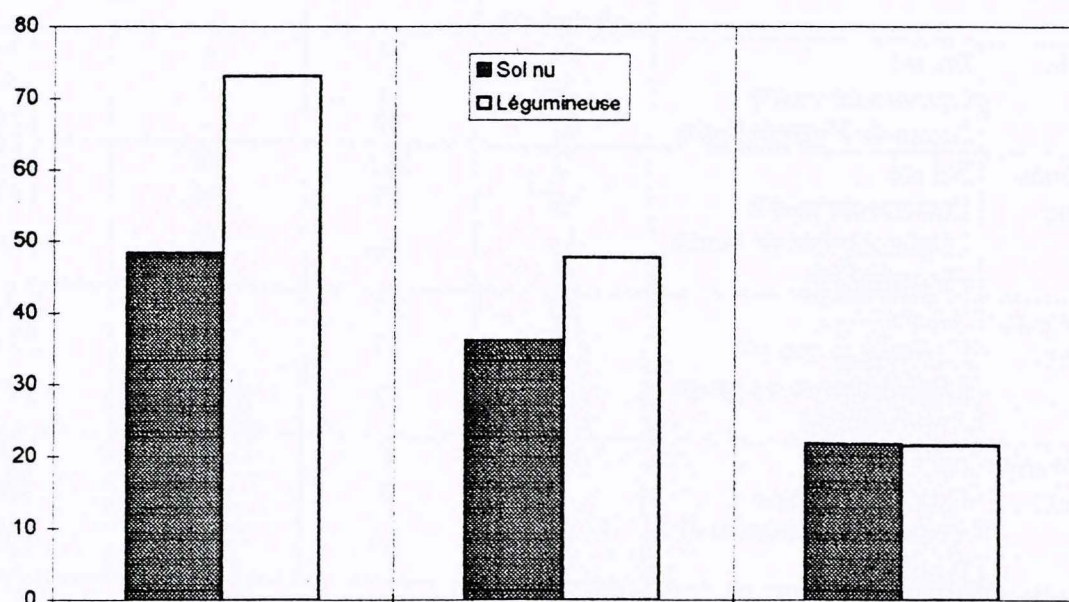
- à une meilleure conservation de l'eau. Dès la mise en place de la couverture morte, l'ensemble des mesures de stock d'eau, réalisées dans les couches superficielles, est supérieur aux valeurs obtenues en sol nu.

- aux modifications de la faune et en particulier aux dégâts de ver blanc, qui apparaissent réduits avec couverture. Les larves sont disséminées dans l'ensemble de l'horizon supérieur du terrain, alors qu'en sol nu, elles se concentrent sur les racines de géranium. L'ensemble racinaire joue ainsi le rôle de leurre.

- à la fourniture de résidus organiques au sol qui favorisent une activité microbienne très élevée... Mesurée par respirométrie, cette activité apparaît parfois équivalente à celle observée sous jachère d'*Acacia* (PY, CLARIOND, 1989,). Elle accroît la minéralisation dont bénéficie la culture. A moyen terme (moins de 5 ans), ce sont l'ensemble des propriétés biologiques, physiques et chimiques du sol qui apparaissent modifiées (MICHELLON, PERRET, ANSELLEM, 1994).

Les couvertures végétales denses réduisent très sensiblement la prolifération des mauvaises herbes, facteur essentiel de dégradation du système traditionnel (MICHELLON, 1992; MICHELLON, DEJANTE, VINCENT, NATIVEL, 1994). Mais lorsque la couverture est peu agressive vis à vis des adventices, comme ces légumineuses tempérées, la méconnaissance d'herbicides spécifiques a conduit à une augmentation des temps de travaux d'entretien, après canne à sucre (tableau 26) ou géranium abandonné (tableau 27)

Huile essentielle
en kg/ha/an



Matière verte en
t/ha/an

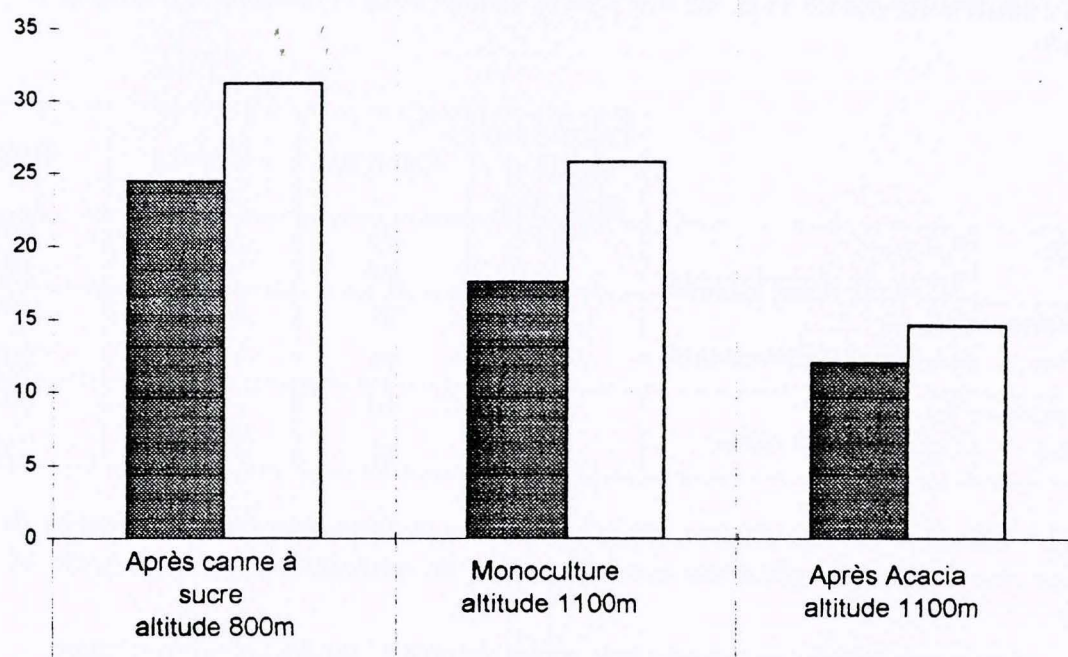


Figure 4 : Effet d'une couverture de légumineuse installée: trèfle du Kenya (à 800m d'altitude) ou lotier velu (à 1100m) sur les rendements en matière verte et en huile essentielle du géranium rosat en fonction du système de culture. Les rendements annuels sont calculés sur les moyennes des deux années 1990-1991 et 1991-1992 (seulement 1990-1991 en monoculture),

		Préparation du sol et plantation	Entretien	Récolte	Totaux
Plantation du géranium	Sol nu	64	74	-	150
	Couverture morte	70	12	-	94
	Semis de légumineuses	87	29	-	129
Première année d'exploitation	Sol nu	8	102	49	175
	Couverture morte	14	43	75	147
	Légumineuses en cours d'installation	33	136	46	240
Deuxième année d'exploitation	Sol nu	12	25	113	172
	Couverture morte	21	28	160	231
	Légumineuses en cours d'installation	21	11	116	173
Troisième année d'exploitation	Sol nu	31	6	93	134
	Couverture morte	29	6	136	174
	Couverture de trèfle du Kenya	19	83	124	229

Tableau 26 : Influence d'une couverture morte ou de légumineuses en cours d'installation sur les temps de travaux pour une culture de géranium après canne à sucre (chez M. POTHIN)

Les temps de travaux évalués en jours (de 8 h) par ha, incluent ceux nécessaires au semis des légumineuses.

		Préparation du sol et plantation	Entretien	Récolte	Totaux
Plantation du géranium	Sol nu	93	83	-	207
	Semis de légumineuses	70	37	-	133
Première année d'exploitation	Sol nu	7	60	114	194
	Semis de légumineuses	24	73	193	309
Deuxième année d'exploitation	Sol nu	6	40	139	203
	Couverture de lotier	12	62	168	258

Tableau 27 : Influence de l'installation d'une couverture de légumineuse sur les temps de travaux pour une culture de géranium conduite après un géranium abandonné (chez M. TAURAN)

Les temps de travaux sont évalués en jours (de 8 h) par ha, en excluant ceux nécessaires au bouturage du kikuyu notés entre parenthèses.

Une économie de main d'oeuvre apparaît seulement après la défriche de l'Acacia (tableau 28) ou l'enherbement est limité aux repousses de fougère, *Pteridium aquilium*, pendant les premiers mois.

		Préparation du sol et plantation	Entretien	Récolte	Totaux
Plantation du géranium	Sol nu	72	43	0	134
	Semis de trèfles	78	34	0	134
Première année d'exploitation	Sol nu	20	54	93	173
	Légumineuses en cours d'installation	21	47	100	175
Deuxième année d'exploitation	Sol nu	20	41	70	147
	Couverture de légumineuses	26	19	49	103
Troisième année d'exploitation	Sol nu	25	65	53	146
	Couverture de lotier	10	72	112	197

Tableau 28 : Influence de l'installation d'une couverture de légumineuse, sur les temps de travaux pour une culture de géranium après jachère d'*Acacia* (chez M. MERCHER)

Le semis des légumineuses a été réalisé simultanément à la plantation du géranium, alors qu'il est préférable de mettre en place le géranium, culture pérenne à port bas, dans une couverture déjà installée. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire d'immobiliser de surface productive pour installer la couverture : son développement est favorisé sous couvert d'une culture vivrière ou maraîchère dont ni le rendement, ni les coûts de production ne sont affectés lors d'une implantation simultanée (MICHELLON, DEJANTE, VINCENT, 1992).

Le coût des herbicides augmente pendant l'installation de la couverture de légumineuse par rapport au sol nu en raison d'une moindre expérience concernant les herbicides de post-levée (tableaux 29, 30 et 31). Ces charges apparaissent ensuite très réduites, ou même quasiment nulles, comme après jachère d'*Acacia*.

Lorsque la couverture est installée la marge brute est sensiblement augmentée après géranium dégradé (tableau 30 et figure 5) ou seulement en troisième année après jachère d'*Acacia* (tableau 31). Dans la zone de la canne à sucre où le déficit hydrique est important, la marge brute est augmentée de moitié avec la couverture de trèfle du Kenya installée (tableau 29). Cette période correspond à des années exceptionnellement sèches (pluviométrie inférieure de moitié à la normale) et au passage du front de progression du ver blanc dans la zone sous le vent.

La valorisation de la journée de travail (marge brute divisée par le nombre de jours de travail) qui représente un indicateur de prise de décision des agriculteurs est améliorée seulement après canne à sucre (figure 5). Les résultats obtenus après jachère d'*Acacia* sous-estiment nettement les potentialités de ce milieu, mais reflètent les conditions d'exploitation très difficiles et les contraintes des rares terrains en jachère depuis de nombreuses années (accès coupé en saison cyclonique,...)

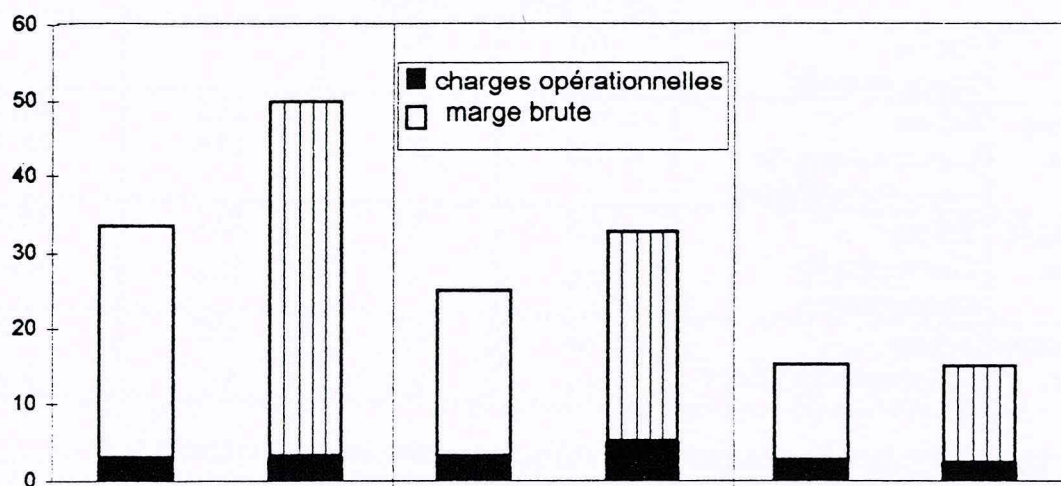
		Charges opérationnelles		Produits	Marges brutes
		Herbicides	Totales		
Plantation du géranium	Sol nu	0,7	4,5	-	-
	Couverture morte	0,9	4,5	-	-
	Semis de légumineuses	0.5	4.2	-	-
Première année d'exploitation	Sol nu	0,7	3,5	12,4	8,9
	Couverture morte	1,1	4,0	24,0	20,0
	Légumineuses en cours d'installation	2.2	7.6	14.5	6.9
Deuxième année d'exploitation	Sol nu	0,9	3,4	31,7	28,4
	Couverture morte	1,3	3,8	46,5	42,7
	Légumineuses en cours d'installation	1.1	3.7	42.7	39.0
Troisième année d'exploitation	Sol nu	1,0	2,8	35,4	32,6
	Couverture morte	1,0	2,8	52,5	49,8
	Couverture de trèfle du Kenya	0.6	2.3	57.7	55.4

Tableau 29 : Influence d'une couverture morte ou de légumineuses en cours d'installation sur les charges et produits d'une culture de géranium après canne à sucre, en milliers de FF par ha (chez M. POTHIN)

		Charges opérationnelles		Produits	Marges brutes
		Herbicides	Totales		
Plantation du géranium	Sol nu	0,6	8,0	-	-
	Semis de légumineuses	0,7	7,8	-	-
Première année d'exploitation	Sol nu	0,7	2,5	29,5	27,0
	Semis de légumineuses	1,9	4.1	50.9	46.8
Deuxième année d'exploitation	Sol nu	1,0	3,2	24,9	21,8
	Couverture de lotier	0.7	5,0	33.2	28.2

Tableau 30 : Influence de l'installation d'une couverture de légumineuse sur les charges et produits d'une culture de géranium après un géranium dégradé, en milliers de FF par ha (chez M. TAURAN)

Résultats
économiques en
milliers de F/ha



Valorisation de la
journée de travail
en F/j

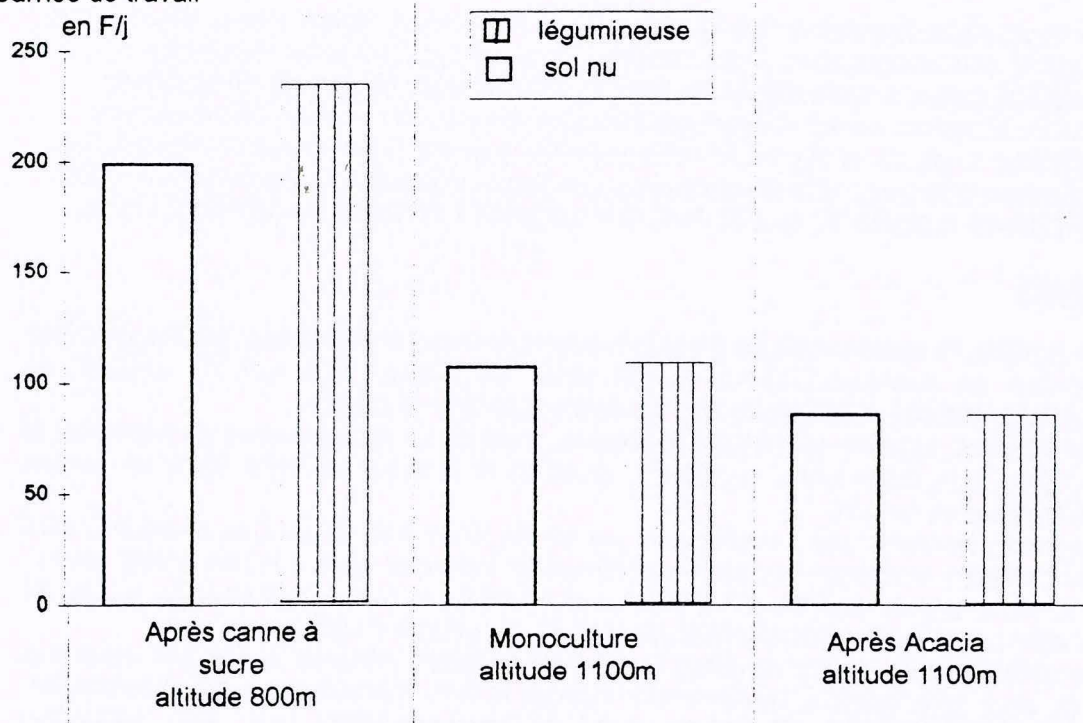


Figure 5 : Effet d'une couverture de légumineuse installée: trèfle du Kenya (à 800m d'altitude) ou lotier velu (à 1100m), sur les résultats économiques et la valorisation de la journée de travail d'une culture de géranium en fonction du précédent. Les rendements annuels sont calculés sur les moyennes des deux années 1990-1991 et 1991-1992 (seulement 1990-1991 en monoculture),

		Charges opérationnelles		Produits	Marges brutes
		Herbicides	Totales		
Plantation du géranium	Sol nu	0,1	6,2	-	-
	Semis de trèfle	1,7	7,7	-	-
Première année d'exploitation	Sol nu	0,4	2,3	22,5	20,3
	Légumineuses en cours d'installation	1.5	3.5	28.8	25.3
Deuxième année d'exploitation	Sol nu	1,3	3,9	20,1	16,2
	Couverture de légumineuses	0.0	3.1	11.5	8.4
Troisième année d'exploitation	Sol nu	0,2	1,5	10,5	9,0
	Couverture de kikuyu	0.1	1.5	8.7	7.3

Tableau 31 : Influence de l'installation d'une couverture de légumineuse sur les charges et produits d'une culture de géranium après jachère d'Acacia, en milliers de F par ha (chez M. MERCHER).

Nous devons aussi souligner que les résultats du système de culture mis en place après géranium dégradé sont comparables à ceux obtenus dans les conditions plus favorables après jachère d'Acacia ou canne à sucre (figure 4), avec des rendements de plus de 40 kg d'huile essentielle par ha et par an. Le sol, décapé par l'érosion, et considéré comme chimiquement épuisé (pH inférieur à 5,0; Ca et Mg à 0,01 méq pour 100 g de sol, K à 0,1 méq/100 g, C.E.C à 4, taux de saturation 5 %) a pu être restauré avec des doses minimum d'amendements : 1000 unités de CaO (chaux magnésienne), 200 de K₂O et surtout 5 t de fumier de géranium par ha.

V CONCLUSION

Sans jachère, la monoculture du géranium a conduit à une extrême dégradation du milieu et des conditions de production. Grâce à des outils biologiques, tels que les couvertures végétales, il est possible de reconstruire des systèmes agricoles stabilisés.

Parmi celles ci, le lotier velu, *Lotus uliginosus*, présente un grand intérêt, en particulier la variété fourragère tétraploïde Maku, agressive, pérenne et formant un tapis épais et continu grâce à ses rhizomes et stolons.

Il s'implante aisément par bouturage ou par semis direct à la volée. Ces semences sont inoculées au préalable avec leur rhizobium spécifique et enrobées avec du phosphate naturel. L'enrobage modifie momentanément l'environnement immédiat de la semence en cours de germination sans recourir à un amendement onéreux de l'ensemble du terrain.

Il est préférable de mettre en place le géranium, culture pérenne à port bas dans une couverture de lotier déjà installée, en particulier lorsque la flore adventice est très développée. Mais il n'est pas nécessaire d'immobiliser de surface productive pour son installation (MICHELLON, DEJANTE, VINCENT, 1992). Son développement est favorisé sous couvert d'une culture vivrière ou maraîchère, et de plus, lorsque l'implantation est simultanée, le rendement de la culture ne semble pas affecté par cette pratique. Sans charge supplémentaire, les nouvelles techniques de semis direct permettent alors de réduire considérablement les temps de travaux, en particulier de désherbage.

Il est alors conseillé d'éliminer les adventices pérennes les plus agressives (« herbe ruban », *Phalaris arundinacea*).

La maîtrise de la couverture est nécessaire en été, lorsqu'elle prend un port dressé (hauteur= 20 cm) pour éviter la concurrence avec la culture, ou des pertes de temps à la récolte. Pour cela, le lotier est soit exploité pour l'affouragement des animaux, soit séché par un apport localisé d'engrais ou un herbicide de contact à effet limité dans le temps. Cette flore quasi monospécifique permet d'utiliser de très faibles doses d'herbicide, en particulier pour la bentazone, l'atrazine...

La couverture installée réduit la prolifération des adventices et supprime les sarclages. Elle assure ainsi une économie de main d'oeuvre et une moindre pénibilité du travail.

Elle améliore aussi l'état sanitaire de la culture par réduction des dégâts de certains parasites (vers blancs, *Hoplochelus marginalis*, et *Cratopus humeralis*).

L'impact de la couverture de lotier est aussi très favorable sur le milieu. Outre une protection totale contre l'érosion, une forte réduction du ruissellement, une meilleure conservation de l'eau grâce à une infiltration accrue (aucune compétition pour l'eau de la couverture maîtrisée avec la culture n'est décelée), le lotier conduit à une restructuration de la fertilité avec réactivation de la macrofaune du sol, amélioration de sa porosité et stabilité, stimulation de l'activité microbienne induisant un recyclage rapide des éléments minéraux et de la matière organique. Les apports de fumier, indispensables en sol nu peuvent être réduits ainsi que les fumures minérales (BURLE, 1993, MICHELLON; PERRET, 1994)

Les études sur la fixation d'azote atmosphérique par la méthode de dilution isotopique en ^{15}N , réalisées par le Laboratoire de Physiologie et de Biochimie Végétale de l'université de Caën, montrent que cette activité est efficace et qu'une part importante de cet azote serait transféré à la culture. En présence de lotier, il est d'ailleurs conseillé de réduire ou de supprimer la fumure azotée du géranium pour éviter d'altérer la qualité de l'huile essentielle.

L'ensemble des effets favorables induits par une couverture de lotier installée conduit à une amélioration des rendements du géranium, en particulier en sol dégradé, et des résultats économiques.

L'efficacité des outils biologiques dans la conception de systèmes agricoles durables semble ainsi démontrée comme dans de nombreuses régions du monde (HARGROVE, 1991; MONEGAT, 1991; SEGUY, 1993).

R.MICHELLON, P.DEJANTE., G.VINCENT.

CIRAD-CA

ET R.NATIVEL

APR

Bibliographie :

- ARMSTRONG C.S, 1974 : « Grasslands Maku » tetraploïd lotus (*Lotus pedunculatus* cav.). N.Z Journal of Expérimental Agriculture 2, p. 333-336
- BEUNARD P., MICHELLON R., 1986 : Effet de l'inoculation du haricot par deux souches de *Rhizolium phaseoli* - L'Agronomie Tropicale, 41.2, p. 128-131
- BROCK J.L., 1973 : Grwth and nitrogen fixation of pure stands of three pasture legumes with high/low phosphate. N.Z. Journal of Agricultural Research. 16 p. 483-491.
- BURLE D., 1993: Effets des couvertures végétales permanentes associées au géranium sur la fertilité des andosols de la Réunion. Mémoire CIRAD CA. ENITA , 49p + annexes.
- CIRAD, 1988: Les andosols de l'île de la Réunion. Préparation d'un programme de recherche pluridisciplinaire. Séminaire de St Denis. 24 mai-1juin, CIRAD, CNRS, INRA, ORSTOM, Université.231P.
- C.A.H., 1992 : Le géranium rosat à la Réunion. C. A. H. éd., Saint-Denis, Réunion , 105 p
- DAVIES W.E., 1974 : The potential of *lotus* spp. for hill land and wales. Journal of the British Grassland Society, 24 (1), p 264 - 270
- DEJANTE P., MICHELLON R., VINCENT G., 1991 : Essai d'herbicides sur légumineuses de couverture CIRAD Réunion fiche n°1, 19 p + annexe
- DEMARNE F., MICHELLON R., 1994 : Influence du mode de gestion du sol sur la qualité de l'huile essentielle de géranium rosat . CIRAD Réunion Fiche d'essai n°8
- DOREE J.F., 1989 - Intérêt du travail minimum avec couverture dans les systèmes de culture des Hauts de l'Ouest de la Réunion. Mémoire ENSAM-CNEARC-IRAT/Réunion, 96 p.
- FRITZ J, 1967, 1968, 1969 : Collection de comportement d'espèces et de variétés fourragères. Rapports annuels IRAT Réunion p. 83 à 92, 163 à 170, et 89 à 95.
- FRITZ J, 1973 : Effet de la fertilisation azotée sur la production du géranium rosat - L'Agronomie Tropicale XXXI, 4, p 369-374
- FRITZ J, 1973 : Possibilité de développement des productions fourragères à la Réunion - Rapport annuel IRAT Réunion, p 75 - 85.
- GARIN P., 1987 : Systèmes de culture et itinéraires techniques dans les exploitations à base de géranium dans les Hauts de l'Ouest de la Réunion. L'Agronomie Tropicale 42 (4), p 289-300.
- GIBSON A.H., DREYFUS B.L., DOMMERGUES Y.R., 1982 : In : DOMMERGUES Y.R., DIEM H.G. (Ed), Microbiology of tropical soils and plant productivity. Martinus Nijhoff/Dr.W. Junk Publishers. The Hague. Holande 328 p.
- GILIBERT J., 1981 : Productions fourragères en plein champ à la Réunion - Quantités - Qualités- EDE - Chambre d'Agriculture de la Réunion, 147 p
- HARGROWE WL Ed., 1991: Covercrops for clean water. Ankeny, U.S.A., Soil and Water Conservation Society, 198 p.
- HEBERT A, 1994; La protection contre l'érosion. In: Le Géranium Rosat à la Réunion. CAH, St Denis. Réunion p.27-98.

- HEICHEL GH, 1987 : Legumes as a source of nitrogen in conservation tillage systems. p.29-35. In : POWER J.F. Ed: The role of legumes in conservation tillage systems. The proceedings of a national conference. University of Georgia. Athens, april 27-29. Soil Conservation Society of America, 153 p.
- LAMBERT J.P., BOYD A.F, BROCK J.L., 1974 : An evaluation of five varieties of *Lotus pedunculatus* av. Compared with « Grasslands Huia » white clover under grazing at Kaikohe - N.Z. Journal of Expérimental Agriculture 2, p 359-363
- LOCH D.S., HARVEY G.L., 1990 : Weed control in pasture seed crops in Southern Queensland. Queensland Department of Primary Industries Weed. Research Workshop Toowoomba, 17-19 january, 13 p.
- MICHELLON R., 1984: Productions fourragère. Rapport annuel IRAT Réunion p127-128.
- MICHELLON R., 1992: Les systèmes de culture. In : Le géranium rosat à la Réunion, C.A.H., Saint - Denis, Réunion, Graphica, p. 15-22.
- MICHELLON R., ANSELLEM Y., NARANIN L., 1994 : Réduction des fumures grâce aux légumineuses de couverture. Fiche CIRAD CA Réunion, 10 p + annexes.
- MICHELLON R., BRIDIER B., 1988. Evolution d'un programme de recherche sur les systèmes d'exploitation des hauts de l'Ouest de la Réunion. L'Agronomie tropicale 43(4), p 317-325.
- MICHELLON R., DEJANTE P., VINCENT G., 1992 : Implantation de couvertures en association avec des cultures vivrières. Aspects techniques et économiques CIRAD Réunion n°1, 23 p + annexes.
- MICHELLON R., DEJANTE P., VINCENT G., NATIVEL R., 1994 : Gestion d'une couverture de kikuyu (*pennisetum clandestinum*) associée au géranium rosat. CIRAD CA Réunion n°3, 41 p + annexes.
- MICHELLON R., DEJANTE P., VINCENT G., NATIVEL R., 1994 : Documents annexes à la fiche d'essai n°9: gestion d'une couverture de lotier (*lotus uliginosus*) associée au géranium rosat. CIRAD Réunion, 326 p.
- MICHELLON R., PERRET S., 1994: Gestion des sols et des cultures avec couverture végétale CIRAD CA Réunion. Rapport d'une recherche financée par le Ministère de la Recherche et de la Technologie.
- MICHELLON R., PERRET S., 1994: Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion. Recherches-système en agriculture et développement rural. Symposium International Montpellier France. 21-25 novembre 1994. CIRAD Ed., 1006 p.
- MICHELLON R., PERRET S., ANSELLEM Y., 1994 : Modes de gestion écologique des sols et systèmes de culture à bases de géranium dans les Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion CIRAD CA Réunion , en préparation.
- MONEGAT C., 1991 : Plantas de cobertura do solo : características e manejo em pequenas propriedades. Chapéco, Brésil, Monégat éd., 337 p.
- NORRIS D.O., DATE R.A., 1976 : légume bacteriology. p 134-174- In : SHAW N.H., BRYAN W.W. : Tropical pasture research - Principles and method - C.A.B. Bull. 51 HURLEY Angleterre. 454 p.
- OURRY A. , 1991 : Communication personnelle.

- PY F., CLARIOND A., 1989 - Etude des relations entre stock organique, stabilité structurale et activité microbienne. D.A.A ENSAT-IRAT/REUNION, 103 p.
- QUILICI S., VERCAMBRE B., BONNEMORT C., 1992 : Les insectes ravageurs. In : Le géranium rosat à la Réunion, CAH. Saint Denis Réunion. Graphica p. 79-90.
- RAUNET M., 1991 : Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion. Conséquences pour la mise en valeur agricole CIRAD Réunion, Région Réunion 428 p.
- RIEUNEAU M., 1982: Connaissons mieux les plantes que nous multiplions. Bulletin Semences n°81. p 15-20.
- SAINT MACARY H., 1990 : Compte rendu de mission à l'Université Claude Benard - Lyon I. Laboratoire d'Ecologie Microbienne. IRAT - 6 p + annexe
- SEGUY L., 1982 : Mise au point de modèles de systèmes de production en culture manuelle à base de riz pluvial utilisables par les petits producteurs de la région de Cocaïs au Maranhao, Nord-Est du Brésil - Etat du Maranhao - L'Agronomie Tropicale vol 37 (3), p 233-261.
- SEGUY L., 1988 : Notes techniques d'appui au programme de recherches des Hauts de l'Ouest à la Réunion IRAT Réunion, 12 p.
- SEGUY L., ARRIVETS J., 1991 : Notes techniques d'appui au programme systèmes de cultures à base de géranium des Hauts de l'Ouest de la Réunion. Résumé IRAT Réunion 4 p.
- SEGUY L, BOUZINAC S., MUNEFUME MATSUBARA 1992 : Nouveaux concepts de gestion écologique du sol pour la fixation d'une agriculture stable et durable dans les régions tropicales humides et équatoriales du Brésil. RPA/CIRAD IRAT. 34 p.
- SEGUY L. et al, 1993 : Os sistemas de culturas para a região do médio norte do Mato Grosso. Recomendacoes tecnicas - CIRAD, C.L, RHODIA, BRESIL, 58 p.
- WETSELAAR R., GANRY F., 1982 : Nitrogen balance in tropical agrosystems p 1.36. In : DOMMERGUES Y.R., DIEM H.G. (Ed.), Microbiology of Tropical Soils and Plant Productivity - Martinus Nyhoff, Dr W Junk Publishers. The Hague, Holande, 328 p.

DEJA PARUS

- N° 1 **L. SEGUY.** Rapport Mission Vietnam, novembre 1994, 37 p.
- N° 2 **A. LEPLAIDEUR.** Projet Amélioration des systèmes de cultures pluviales en fronts pionniers : Ouverture aux approches économiques, *ISA/CIRAD/CAMAE* Vietnam, février 1995, 62 p.
- N° 3 **L. SEGUY.** Rapport de mission Madagascar, 13 au 31 mars 1995, Programme ZAP, Programme Savanes, 128 p.
- N° 4 **A. ROUSSEL.** Rapport Synthétique Actions pour une Articulation de la Recherche avec les Paysans, Campagnes 1993-1994, *Projet ISA/CIRAD/MAE*, Mars 1995, 38 p.
- N° 5 **P. AUTFRAY.** Fixation de l'Agriculture en zone Forestière de Côte d'Ivoire, Décembre 1994, 15 p.
- N° 6 **SEGUY - S. BOUZINAC.** Le Semis direct dans les Cerrados Humides, (extrait revue *Informações Agronomicas* n° 69, Mars 1995), 6 p.
- N° 7 **A. LEPLAIDEUR.** Essai sur les Grands Axes Scientifiques du Programme ZAP Fronts Pionniers, Juin 1995, 22 p.
- N° 8 **L. SEGUY, S. BOUZINAC, A. TRENTINI, A. CORTES.** La Construction d'une Agriculture durable, lucrative, adaptée, aux contraintes pédoclimatiques de la Zone tropicale humide, (*Cheminements technologiques présentés sous forme de dessins*) Juin 1995, 20p.
- N° 9 **J. ARRIVETS.** Compte rendu de mission au CRAB de Boumango, 19 au 20 juin 1995, 49 p.
- N° 10- **G. VALLEE.** Rapport de stage, Contrôle Qualité des Semences au Champ et au Laboratoire, 3 au 6 Juillet 1995, 16 p.
- N° 11 **R. MICHELLON.** Rapport de Mission d'appui à Madagascar, Gestion des sols avec Couvertures Végétales, 18 au 30 Mars 1995, 27 p. + Annexes.
- N° 12 **R. MICHELLON.** Conception de Systèmes Agricoles avec Couverture Herbacée Permanente pour les Hauts de La Réunion, Mars 1995, 29 p. + Annexes.
- N° 13 **L. SEGUY.** Rediffusion - Contribution à l'étude et à la Mise au Point des Systèmes de Culture en Milieu réel: - Petit Guide d'initiation à la méthode de "Création-Diffusion" de Technologies en milieu réel.- Résumés de quelques exemples significatifs d'application, Octobre 1994, 191 p.
- N° 14 **Ph. GODON.** Rapport de mission Vietnam, Quelques Propositions pour la Recherche en Riziculture Pluviale dans le District de CHO DON VIET, 1er au 7 Juin 1995, 12 p.
- N° 15 **J. ARRIVETS.** Compte rendu des Essais de Fertilisation NK D'Entretien sur Maïs-Soja - CRAB BOUMANGO 1993-94, Programme 1995-96, Congo, Août 1995..
- N° 16 **Ph. GODON.** Rapport Analytique partiel : Essais thématiques des Campagnes agricoles 1994. *Amélioration des Systèmes de cultures pluviales Projet Franco-Vietnamien de recherches agronomiques.* Juin 1995, 63 p.
- N° 17 **MICHELLON.** Gestion d'une couverture de Lotier (*Lotus uliginosus*) associée au géranium Rosat à La Réunion, Fiche d'Essai n° 9. 1994, 42 p.
- N° 18 **L. SEGUY, S. BOUZINAC, J. TAILLEBOIS, A. TRENTINI.** Une révolution Technologique: Le riz pluvial de Qualité en Zone Tropicale Humide - Des Performances reproductibles sur la voie de celle du blé en région tempérée, 28 p

- N° 19 L. SEGUY, S. BOUZINAC, A. TRENTINI.** Gestion de la Fertilité dans les Systèmes de Culture mécanisés en zone tropicale humide : le cas des Fronts Pionniers des savanes et Forêts humides du Centre-Nord de l'Etat du Mato Grosso dans l'Ouest du Brésil . *I - Gestion de la Fertilité par le système de culture*, 1995, 24 p.-
- L. SEGUY, S. BOUZINAC, A. TRENTINI, N. De A. CORTES.** Gestion de la Fertilité dans les Systèmes de Culture mécanisés en zone tropicale humide : le cas des Fronts Pionniers des Savanes et forêts humides du Centre-Nord de l'Etat du Mato Grosso dans l'Ouest du Brésil. *II - Concepts et mise en pratique de modes de gestion agrobiologiques adaptés aux sols acides de la zone tropicale humide*. 1995, 25 p.
- N° 20 L. SEGUY, S. BOUZINAC.** Modélisation et mise en pratique des systèmes de culture mécanisés en milieu réel, pour, avec et chez les producteurs, en zone tropicale humide - l'Expérience de la Fazenda Progresso, un exercice pratique, ~~perennisé~~ sur 6 ans, riche d'enseignements pour la recherche-action en milieu réel. 1995, 46 p.
- N° 21 J. ARRIVETS.** Agricultural Productivity Improvement Project Department of Agronomy (D.o.A.) Component , version provisoire, septembre 1995. 45 p.
- N° 22 G. DELAFOND, S. BOULAKIA,** Rapport d'Activité 1994, Centre de Recherche de Boumango, Gabon, mai 1995, 157 p.

RESUME

Dans les Hauts sous le vent, voués depuis un siècle à la culture du géranium, l'équilibre écologique a été rompu par des contraintes socio-économiques (MICHELLON, BRIDIER, 1988 ; MICHELLON 1992).

Faute de terre, les agriculteurs n'ont plus pratiqué la jachère arborée qui restaurait la fertilité du sol.

La production se dégrade sous l'effet de l'érosion, de la prolifération des mauvaises herbes et des maladies, ... malgré l'augmentation des intrants : fumier et engrais minéraux, herbicides, pesticides...

Grâce aux outils biologiques, et en particulier à des couvertures herbacées permanentes associés aux cultures, il est possible de reconstruire des systèmes agricoles durables sous les tropiques (MONEGAT, 1991, SEGUY, 1993).

A la Réunion, le CIRAD et ses partenaires ont élaboré des modes de gestion des sols et des cultures qui assurent (MICHELLON, PERRET, 1994) :

- une protection totale des sols contre l'érosion avec conservation de l'eau, restauration de la fertilité et stabilité vis-à-vis des catastrophes climatiques (cyclones).
- une moindre pénibilité du travail et une économie de main d'oeuvre.
- une productivité souvent accrue des cultures vivrières, maraîchères, fruitières et du géranium rosat, avec une meilleure intégration de l'arbre et de l'élevage dans l'exploitation.